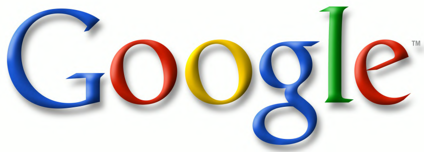

Google

ANNALES DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XI.

1re LIVRAISON DE 1897.

PARIS
P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES
Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

JANVIER.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

BULLETIN.

MOTEURS A GAZ CROSSLEY

GAZOGÈNE DOWSON
Huile PIERSON
pour moteurs à gaz



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que ***600*** à ***700*** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

J. & O.-G. PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

PLUS DE **40.000** MOTEURS EN MARCHE

Dont **26.700** ***sortis de la Maison CROSSLEY***

DE 1/2 A 140 CHEVAUX

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL pour MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE CONNU A CE JOUR.

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss **à sec.**

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES.

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGINOT & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU

pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet ; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, Bté S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCHISTAGES

TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES PORTATIVES

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, MOLLETTES

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parachute

PALIERS A ROULEAUX ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES JOUES DES MOLLETTES

MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR

LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDRONNERIE

DEVIS, ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS

CATALOGUES SUR DEMANDE

J. PINETTE * CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

Surfaces occupées par les Usines : 25.000 mètres

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGES



H. BECOT Ingr civil (A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRARD

RECHERCHES D'EAU

De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, PUITS ABSORBANTS

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS

CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGES

Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

…RONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

EXPO…

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE CONSTRUCTION — MÉDAILLE de vermeil 1893

ET INSTALLATION D'USINES

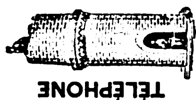
CHEMINÉES EN BRIQUES ET EN TÔLE

CHAUDRONNERIE EN FER ET EN CUIVRE EN TOUS GENRES

…RATIONS, PIQUAGE ET NETTOYAGE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR DE TOUS SYSTÈMES

PRÉPARATION DES ÉPREUVES DÉCENNALES DES APPAREILS A VAPEUR

…OUVEAU SYSTÈME DE FOYER MÉTALLIQUE ET APPAREIL FUMIVORE BREVETÉ S. G. D. G.



TÉLÉPHONE

Mon DÉROCHE

21, rue Labois-Rouillon, PARIS

Massifs de Machines, Fournitures pour Usines

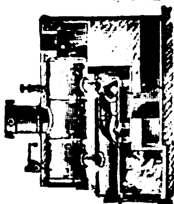
RÉSERVOIRS EN CIMENT, EN TÔLE, ETC.

Fours pour toutes Industries

Applications générales de l'électricité. — Installations particulières

PLANS ET DEVIS SUR DEMANDE

TÉLÉPHONE



MAISON FONDÉE EN 1863

L. DUMONT

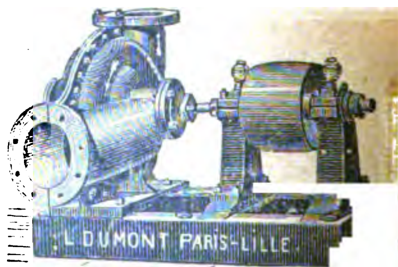
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUFACTURES EN…

ET POUR TRAVAUX D'ÉPUISE…

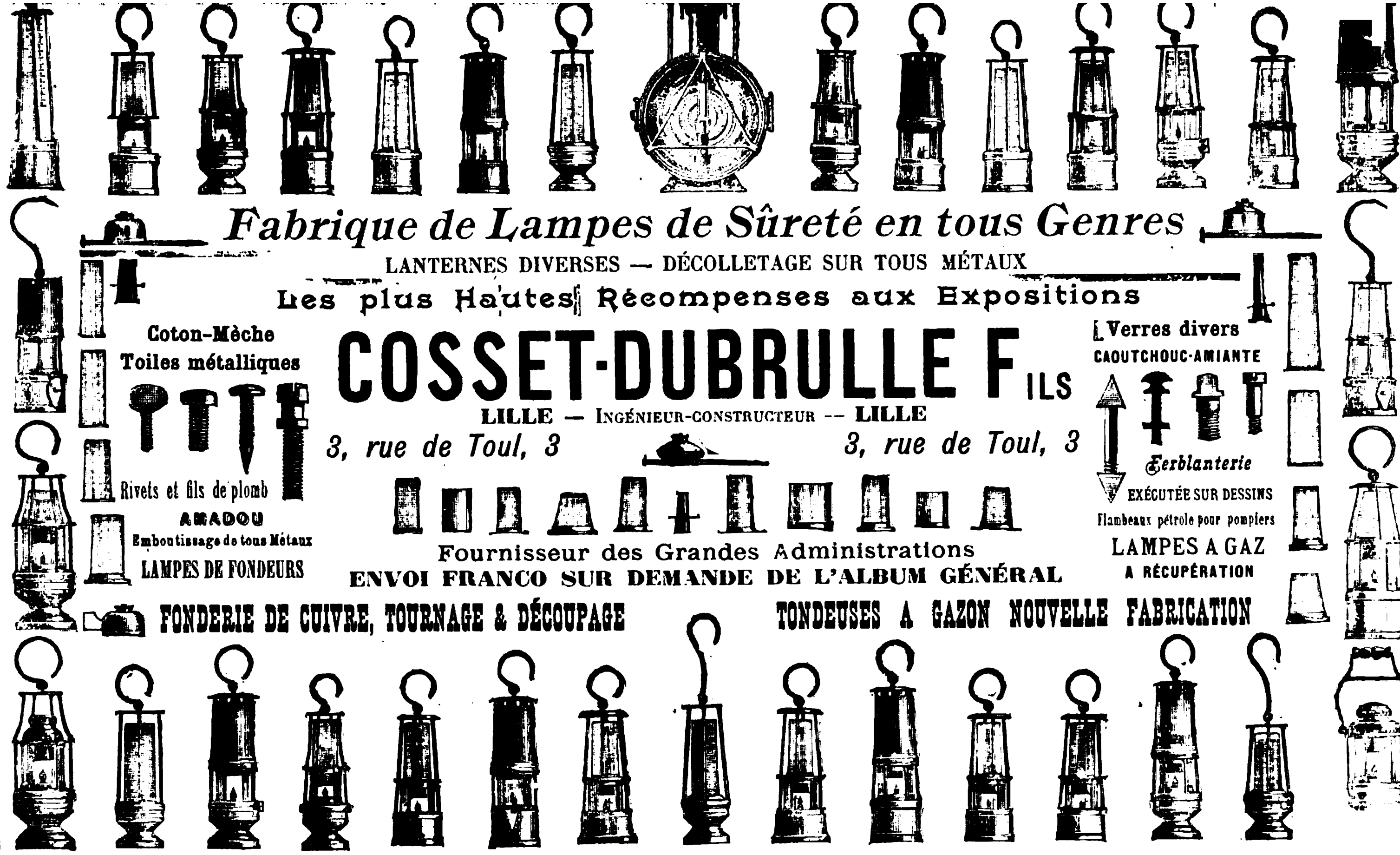
POMPES, CONJUGUÉES POUR GRANDES…

SUPÉRIORITÉ JUSTIF…

PAR

8.500 APPLICA… S

Envoi franco du Cat…


Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres
LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX
Les plus Hautes Récompenses aux Expositions
Coton-Mèche
Toiles métalliques
Rivets et fils de plomb
AMADOU
Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS
COSSET-DUBRULLE FILS
LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE
3, rue de Toul, 3
3, rue de Toul, 3
Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE
Ferblanterie
EXÉCUTÉE SUR DESSINS
Flambeaux pétrole pour pompiers
LAMPES A GAZ
A RÉCUPÉRATION
Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL
FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE
TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

MAÇONNERIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES



Entreprises pour la France et l'Étranger

MORAND & BILLAUD

TÉLÉPHONE

Ingénieurs-Constructeurs

PARIS, 51, rue de Lyon, PARIS

TÉLÉPHONE

Construction de

CHEMINÉES EN BRIQUES, FOURNEAUX DE CHAUDIÈRES A VAPEUR,

GAZOGÈNES, RÉCUPÉRATEURS,

ET FOURS DE TOUS SYSTÈMES POUR LA MÉTALLURGIE

BRIQUETERIES, SUCRERIES, RAFFINERIES, FAIENCERIES, VERRERIES, ETC.

Four au gaz à réchauffer à renversement, syst. CHARNEAU (Br. S. G. D. G.)

50 0/0 D'ÉCONOMIE SUR TOUS LES FOURS A RÉCUPÉRATION

ÉTUDES ET PLANS D'INSTALLATIONS D'USINES

EXPOSITION DE BORDEAUX

1895

Diplôme d'honneur



EXPOSITION DE LYON

1894

Médaille d'or

EXPLOSIFS FAVIE

de la Société française des Poudres de

62, Rue de Provence, PARIS

REMPLAÇANT TOUS EXPLOSIFS CONN[U]

Innocuité et sécurité absolues

ANNALES

DES MINES

Les ANNALES DES MINES sont publiées sous les auspices de l'Administration des Mines et sous la direction d'une Commission spéciale, nommée par le Ministre des Travaux publics. Cette Commission, dont font partie le directeur des routes, de la navigation et des mines et le directeur du personnel et de la comptabilité, est composée ainsi qu'il suit :

L'Administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des ANNALES DES MINES pour être envoyés soit, à titre de don, aux principaux établissements nationaux et étrangers consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques, français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts.

Les lettres et documents concernant les ANNALES DES MINES doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des Travaux publics*, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la Commission des ANNALES DES MINES.

Les auteurs reçoivent *gratis* 20 exemplaires de leurs articles.

Ils peuvent faire faire des tirages à part, à raison de 9 francs par feuille jusqu'à 50, 10 francs de 50 à 100, et 5 francs en plus pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. — Le tirage à part des planches est payé 10 francs par planche et par cent exemplaires ou fraction de centaine. Les planches extraordinaires sont payées au prix de revient.

Le brochage, y compris couverture imprimée et faux frais, est payé, pour une feuille seule ou une fraction de feuille, 3 francs le premier cent et 1f,25 pour chaque centaine ou fraction de centaine en plus. Pour chaque planche, ou chaque nouvelle feuille de texte, il sera payé 0f,25 par chaque centaine d'exemplaires.

La publication des ANNALES DES MINES a lieu par livraisons, qui paraissent tous les mois.

Les douze livraisons annuelles forment trois volumes, dont deux consacrés aux matières scientifiques et techniques, et un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. Ils contiennent ensemble 120 feuilles d'impression et 24 planches gravées environ.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs pour Paris, de 24 francs pour les départements et de 28 francs pour l'Etranger.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE

MÉMOIRES. — TOME XI.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

—

1897



ANNALES

DES MINES

ÉTUDE

SUR

LA COMPOSITION DU GRISOU

Par M. Th. SCHLŒSING, fils,
Ingénieur des manufactures de l'État.

M. H. Le Chatelier m'a signalé l'intérêt que pourrait présenter une étude précise sur la composition du grisou, composition qui, malgré de nombreuses analyses déjà faites, lui semblait encore insuffisamment déterminée. Tout d'abord, j'ai envisagé la partie combustible du grisou, à laquelle on attache d'ordinaire une importance à peu près exclusive. Mais bientôt la partie incombustible, ou plutôt l'azote de cette partie, et ensuite l'argon que j'y ai trouvé, m'ont paru très dignes d'attention, et je me suis longuement arrêté à les étudier ; de telle sorte qu'ayant entrepris mon travail dans l'idée que quelques analyses eudiométriques très soignées me permettraient de le terminer en peu de jours, j'ai été conduit à l'étendre considérablement et à lui consacrer plusieurs mois.

CHAPITRE I.

COMPOSITION DE LA PARTIE COMBUSTIBLE DU GRISOU.

Le grisou n'est pas entièrement combustible; mais la partie combustible y est, en général, de beaucoup la plus abondante. Elle consiste essentiellement, tout le monde le sait, en méthane. La question que nous nous posons actuellement est de savoir si elle ne comprend pas une petite quantité d'autres gaz également combustibles?

Le méthane n'est pas le seul gaz combustible que puisse donner la décomposition des matières végétales à l'abri de l'air. Ainsi, dans la fermentation anaérobie de la paille de fumier, M. Dehérain a trouvé qu'il se produisait parfois de l'hydrogène, et j'ai rencontré après lui le même fait. D'autre part, l'odeur que présente, dans certains cas, le grisou, peut amener à penser qu'il renferme des hydrocarbures autres que le méthane. Il y a donc bien lieu d'examiner la question énoncée (*).

Mes études ont porté sur un assez grand nombre d'échantillons de grisou, dont on verra plus loin la liste et qui correspondent aux principaux types de mines françaises. Je me fais un devoir de remercier les Directeurs

(*) On peut trouver la question oiseuse, si on la considère au point de vue purement pratique de la sécurité des mines. Dans ce cas, les indications obtenues avec des instruments tels que l'éprouvette de M. H. Le Chatelier (*Annales des Mines*, 10e livr. 1892; *Annales de Chimie et de Physique*, juillet 1893) sont bien suffisantes, et même elles sont plus instructives que de véritables analyses : car, en faisant connaître la limite d'inflammabilité des mélanges à surveiller (et cela indépendamment de la nature des gaz qui constituent ces mélanges), elles procurent le renseignement précis dont on a besoin. Mais le point de vue spécial dont nous parlons n'est pas le seul auquel il soit utile ou intéressant de se placer.

et Ingénieurs des Compagnies à qui ils ont été demandés et qui les ont si obligeamment fournis.

Prélèvement des échantillons de grisou. — Le gaz a été recueilli, à la manière habituelle, sur l'eau. Dans des recherches ultérieures, il a fallu renoncer à ce procédé simple et commode. Ici, il ne présentait pas d'inconvénient. Il risquait bien d'altérer légèrement la composition du grisou, mais il ne pouvait y modifier la nature de la partie combustible à examiner.

Méthode d'analyse. — La méthode suivie dans l'analyse des échantillons va être indiquée d'une façon complète; il me paraît nécessaire d'y insister, puisque nous traitons essentiellement d'une question d'analyse et que le lecteur doit être mis tout à fait à même de juger les diverses opérations effectuées.

Sur une cinquantaine de centimètres cubes de chaque échantillon, on dose d'abord l'oxygène par le phosphore, et l'acide carbonique par la potasse, en mesurant avec précision le volume du gaz avant et après l'action de ces réactifs (*).

Dans ce but, le gaz étant contenu dans une cloche de verre dont la paroi intérieure est légèrement humide, on y introduit un bâton de phosphore qu'on fait passer sous le mercure. Ce bâton a été coulé de manière à offrir une surface bien lisse et sans aucune cavité, en sorte qu'il n'apporte pas et n'enlève pas avec lui la moindre bulle gazeuse. Il est arrivé plusieurs fois que le phosphore n'a pas produit la plus légère fumée blanche dans le grisou; c'est que l'oxygène faisait complètement défaut. A cette

(*) Toutes les mesures de l'analyse sont faites avec un eudiomètre où les gaz sont amenés à un volume constant d'environ 45 centimètres cubes, tant pour le dosage de l'oxygène et de l'acide carbonique que pour l'analyse eudiométrique proprement dite qui vient ensuite, et où ils sont évalués d'après la pression qu'ils supportent.

conclusion on pourrait objecter que le grisou contenait peut-être quelque principe s'opposant à l'oxydation du phosphore; mais il a suffi d'y introduire une quantité d'oxygène insignifiante pour que les fumées blanches apparussent.

On dose l'acide carbonique en envoyant le grisou dans une cloche enduite intérieurement d'une dissolution concentrée de potasse caustique.

Au lieu de procéder comme on vient de dire, on peut très bien, ce qui est plus rapide, absorber d'abord l'acide carbonique par la potasse, puis l'oxygène par le pyrogallate de potasse; ce dernier réactif, on le sait, donne de 1 à 2 d'oxyde de carbone p. 100 d'oxygène absorbé; mais, comme je n'ai jamais trouvé d'oxygène atteignant 1 p. 100 du gaz total, la proportion d'oxyde de carbone susceptible de se former a été tout à fait négligeable. C'est le second procédé que j'ai le plus souvent employé.

A la suite de ces opérations, on a du grisou exempt d'oxygène et d'acide carbonique; il comprend encore, à côté de gaz combustible, une proportion variable de gaz incombustible, qui consiste en azote (accompagné, on le montrera, d'un peu d'argon). Sur une portion du grisou ainsi préparé, on procède à une analyse eudiométrique aussi soignée que possible et dont voici la marche. On prend, par exemple, 40 centimètres cubes d'air (*) puisé au dehors du laboratoire et privé de gaz carbonique; ces 40 centimètres cubes comprennent $8^{cc},4$ d'oxygène et $31^{cc},6$ d'azote. On y ajoute 7 centimètres cubes d'oxygène pur, puis 6 centimètres cubes (**) du grisou que nous

(*) Cet air sert, comme on le sait, à diluer les gaz de telle manière que la combustion qui aura lieu n'élève pas trop la température et ne produise pas d'acide azotique. Il fournit, en outre, une partie de l'oxygène nécessaire.

(**) Ce volume est augmenté si le grisou renferme une importante proportion d'azote.

venons d'obtenir. Ces différents gaz étant bien mêlés ensemble, on y fait jaillir l'étincelle; celle-ci produit une certaine contraction, qu'on observe; puis, on absorbe par la potasse l'acide carbonique formé et l'on mesure l'absorption. Enfin, on a besoin, comme on verra, de déterminer l'oxygène restant; or, on a mis en œuvre $8^{cc},4 + 7$ centimètres cubes ou $15^{cc},4$ d'oxygène; il en a disparu un volume sensiblement double (*) du grisou, soit 12 centimètres cubes; il en reste donc environ $3^{cc},4$; pour avoir exactement ce reste, on introduit une dizaine de centimètres cubes d'hydrogène pur et l'on fait passer l'étincelle ; la contraction produite fournit le volume cherché de l'oxygène restant. On a ainsi les éléments voulus pour fixer la composition de la partie combustible du grisou.

Exemple d'analyse. — Un exemple achèvera de faire comprendre la méthode et montrera le degré de précision qu'elle comporte. Pour plus de simplicité, on a exprimé, dans les explications précédentes, les volumes gazeux en centimètres cubes; mais, dans l'exemple qui va suivre (échantillon I, grisou des aciéries de France), comme dans toutes les analyses, ne figurent que des mesures de pression, les gaz étant dans la réalité, on l'a dit, toujours mesurés d'après la pression qu'ils supportent après qu'on les a amenés à un volume constant.

Afin de ne pas trop allonger cet exposé, je ne rapporterai pas le détail des dosages très simples de l'oxygène et de l'acide carbonique dans le grisou de notre exemple. Je dirai seulement que ces dosages ont fourni, pour 100 de grisou : acide carbonique, 1,1; et oxygène, 0,3. Maintenant, sur le grisou débarrassé d'oxygène et d'acide car-

(*) En supposant, pour simplifier, que la proportion d'azote est très faible dans le grisou.

bonique, on exécute l'analyse eudiométrique très précise dont les résultats sont donnés ci-après.

H, hauteur lue du baromètre;

H_0, hauteur du baromètre réduite à 0°;

h, hauteur lue du mercure dans la branche ouverte de l'eudiomètre au-dessus du niveau du mercure dans l'autre branche (h est comptée positivement au-dessus de ce niveau et négativement au-dessous);

h_0, valeur de h après réduction à 0°;

θ, température du gaz, maintenue constante à 1/50 de degré près;

F, tension maxima de la vapeur d'eau à la température θ (les gaz sont, dans toutes les mesures saturés de vapeur d'eau);

$H_0 + h_0 - F$, pression du gaz, supposé sec, à θ° (pression exprimée en millimètres de mercure supposé à 0°).

	H	H_0	h	h_0	F ($\theta = 17°,80$)	$H_0 + h_0 - F$	
	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	
Air pur.......	761.92 à 18°,8	759,45	— 60.15 à 18°,0	— 59.97	15.17	684.31	
Après addition de grisou........	761.85 à 18°,8	759,38	+ 36.42 à 18°,0	+ 36,30	15,17	780,51	grisou 96,20
Après addition d'oxygène.......	762.05 à 18°,8	759,58	+193.40 à 18°,4	+192,78	15.17	937.19	contraction 179,45 +0.07 = 179,52
Après explosion.	762.05 à 18°,8	759,58	+ 13.37 à 18°,5	+ 13,33	15.17	757.74	acide carbonique 89,62
Après potasse..	761.82 à 18°,9	759.34	— 76.30 à 18°,6	— 76.05	15,17	668.12	
Après addition d'hydrogène.....	761.80 à 18°,9	759,32	+231.03 à 18°,6	+230.28	15,17	974.43	contraction 359,92 +0,09 = 360,01
Après explosion.	761,93 à 18°,9	759,45	—130.20 à 18°,8	—129.77	15.17	614.51	

Chaque contraction lue doit être augmentée du volume de l'eau formée lors de la combustion correspondante. Ce volume est facile à calculer; ici, c'est à peu près 1/1300 de la contraction pour la combustion du méthane $\left(\frac{1}{1300}\ 179{,}45 = 0{,}14\right)$ et 1/2000 de la contraction pour

la combustion de l'hydrogène $\left(\frac{1}{2000} 359,92 = 0,18\right)$. Mais on n'a pris que la moitié de ces corrections (0,07 et 0,09), parce qu'on a estimé que la moitié seulement de l'eau produite s'était trouvée dans la capacité qu'occupaient les gaz au moment des mesures, le reste s'étant déposé dans d'autres parties du tube eudiométrique.

La contraction (corrigée) résultant de la seconde combustion a été de 360,01. Or, d'après des données récentes, lorsque l'hydrogène et l'oxygène se combinent en faisant de l'eau, il y a, pour une disparition du mélange d'hydrogène et d'oxygène égale à un volume, $0^{vol},33306$ d'oxygène qui s'unit à $0^{vol},66694$ d'hydrogène (au lieu de $0^{vol},33333$ d'oxygène et $0^{vol},66667$ d'hydrogène, suivant la composition simple de l'eau admise d'ordinaire). La contraction ci-dessus de 360,01 correspond donc à :

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Oxygène :} & 360,01 \times 0,33306 = 119,90 \\ \text{Hydrogène :} & 360,01 \times 0,66694 = 240,11\end{array}\right\} 360,01.$$

Ainsi, après la première combustion, il restait un volume d'oxygène égal à 119,90.

D'autre part, après l'action de la potasse, le gaz restant total avait pour volume 668,12, nombre qu'il faut diminuer du volume de l'eau, 0,07, ce qui donne 668,05.

Ce volume 668,05 comprenait : 1° 119,90 d'oxygène restant ; 2° l'azote de l'air introduit au début ; 3° l'azote, s'il y en avait, du grisou analysé.

Prenons pour la composition de l'air : azote, 79,00, et oxygène, 21,00, dans 100 d'air pur (Leduc). Il en résulte pour l'azote introduit avec l'air : 684,31 × 0,7900 ou 540,60.

Par suite, l'azote du grisou analysé était : 668,05 — 119,90 — 540,60 ou 7,55 ; d'où il vient, pour la partie entièrement combustible : 96,20 — 7,55 ou 88,65.

Multiplions maintenant par $\frac{100}{88,65}$ les nombres 179,52 et 89,62 trouvés plus haut ; nous aurons les nombres 202,5 et 101,1 représentant respectivement la contraction et la quantité d'acide carbonique produites par la combustion de 100 du gaz combustible cherché.

En résumé :

100 de grisou brut donné contenaient.........	acide carbonique..........	1,1	1,4
	oxygène..................	0,3	
	azote : $7,55 \frac{100 - 1,4}{96,2} =$	7,7	
	gaz entièrement combustible (par différence)..........	90,9	
		100,0	

100 de la partie entièrement combustible du grisou ont donné, en brûlant en présence d'un excès d'oxygène.	contraction.....	202,5
	acide carbonique	101,1 (*)

Observation sur la composition de l'air. — J'ai admis dans toutes ces recherches pour la composition de l'air dépouillé d'acide carbonique :

Oxygène..................	21,00
Azote...........	79,00

(*) Il n'y a rien de plus à tirer de notre analyse eudiométrique, quant à la détermination de la nature du gaz entièrement combustible, que cette contraction 202,5 et cette proportion d'acide carbonique formé 101,1. On pourrait être tenté de calculer, au moyen des lectures faites, l'oxygène disparu dans la combustion en retranchant l'oxygène restant après l'action de la potasse du total de l'oxygène introduit 1° avec l'air, 2° à l'état pur, et de s'en servir comme d'un élément nouveau pour spécifier le gaz combustible, ou bien encore pour avoir une vérification de l'analyse. Mais cet élément ne serait pas distinct de ceux qu'on utilise déjà. En effet, entre la contraction observée A, l'acide carbonique produit B et l'oxygène disparu C dans la combustion de 100 *de gaz entièrement combustible*, il existe une relation nécessaire : $A = 100 + C - B$. Cette relation doit être satisfaite avec un gaz entièrement combustible ou un mélange de gaz entièrement combustible quelconque, que les lectures soient bien ou mal faites. Si elle se vérifie, on peut seulement conclure à la correction des calculs arithmétiques effectués sur les chiffres des lectures.

C'est une moyenne qu'on peut adopter, d'après M. Leduc. Ce savant est arrivé à pousser très loin la précision des analyses d'air. Il a pu ainsi, dans des expériences inédites, saisir avec certitude de petites variations de l'atmosphère en oxygène et azote. Il n'y a donc plus d'air normal, de constitution absolument fixe. Je n'ai eu connaissance de ces résultats qu'après l'achèvement de mon travail ; autrement, pour gagner encore en exactitude, j'aurais substitué de l'azote pur à l'air introduit dans l'eudiomètre. Mais je me hâte d'ajouter que mes résultats n'auraient pas été par là modifiés d'une façon appréciable.

Approximation des mesures dans l'analyse du grisou. — Dans le tableau ci-dessus de notre analyse de grisou sont inscrites des colonnes mercurielles représentées par des nombres de millimètres avec deux décimales. Cela ne veut pas dire qu'on puisse compter sur l'exactitude des centièmes de millimètre. On s'est astreint à estimer en centièmes les fractions de millimètre uniquement pour se contraindre à la plus grande précision possible dans les lectures. En fait, deux lectures successives opérées sur une même masse gazeuse par deux opérateurs différents, très exercés, il est vrai (lectures comprenant chacune la mise du mercure au trait qui limite la capacité occupée par les gaz), ont concordé d'ordinaire à 1/20 de millimètre près. Tenant compte de diverses causes d'erreur indépendantes des lectures mêmes, je pense qu'on peut regarder généralement chaque mesure de colonne mercurielle comme approchée à 1/10 de millimètre. Une approximation de cet ordre n'est pas superflue, comme il apparaîtra par la suite. Remarquons, en particulier, que presque toutes les erreurs de mesure s'accumulent sur la détermination de l'azote contenu dans le grisou donné. Cet azote intervient dans le calcul qu'on fait pour rapporter à 100 de la partie entièrement combustible la contraction

et la quantité d'acide carbonique produites par la combustion de cette partie. Si l'on veut obtenir une suffisante précision dans ce calcul essentiel, il est nécessaire que toutes les mesures soient aussi bonnes que possible.

Résumé des résultats numériques des analyses. — Il serait trop long de donner tout le détail des analyses de grisou qui ont été faites. Je me bornerai à résumer les résultats dans le tableau ci-après.

PROVENANCE DES ÉCHANTILLONS	POUR 100 VOL. DE GAZ COMPLET DONNÉ				POUR 100 VOL. DE GAZ ENTIÈREMENT COMBUSTIBLE BRULÉ DANS L'EUDIOMÈT.	
	Acide carbonique	Oxygène	Azote	Gaz combustible (par différence)	Contraction	Acide carbonique
I. Aciéries de France	1,1	0,3	7,7	90,9	202,5	101,1
II. Anzin (fosse Hérin)	0,4	0,5	2,2	96,9	200,4	100,8
III. Anzin (fosse Renard, étage 476 mètres)	0,0	0,1	5,5	96,4	201,4	101,9
IV. Anzin (fosse Renard, étage 546 mètres)	0,3	0,0	9,5	90,2	200,6	100,4
V. Campagnac	0,7	0,0	6,8	92,5	200,3	100,5
VI. La Grand'Combe (mine de la Forêt)	4,1	0,0	7,1	88,8	201,0	101,3
VII. La Grand'Combe (mine du Ravin)	2,6	0,4	10,2	86,8	200,7	100,7
VIII. La Grand'Combe (puits des Oules)	1,1	0,5	16,6	81,8	200,9	100,2
IX. La Grand'Combe (puits du Pontil)	2,7	0,1	8,7	88,5	201,8	100,5
X. La Grand'Combe (section de Trets)	3,3	0,8	14,8	81,1	201,5	100,5
XI. Plat-de-Gier	1,0	0,2	20,2	78,6	200,9	100,8
XII. Roche la Molière et Firminy	0,9	0,0	9,2	89,9	201,6	100,5
XIII. Saint-Étienne	0,4	0,1	4,9	94,6	202,0	100,7
		MOYENNE			201,2	100,8
XIV. Blanzy	3,7	0,9	39,8	55,6	203,7	104,3
XV. Ronchamp (puits du Chanois)	0,7	0,0	6,6	92,7	202,3	102,7
XVI. Ronchamp (puits du Chanois, 2e échantillon)	1,2	0,1	8,1	90,6	203,2	102,6

Examen des résultats qui précèdent. — Je ne dirai ici que peu de mots des gaz incombustibles dont le dosage est

rapporté ci-dessus, parce que le but de ce premier chapitre est l'étude de la partie combustible du grisou.

L'acide carbonique s'est trouvé généralement en très faible proportion ; il a pu, d'ailleurs, être partiellement fourni par l'eau sur laquelle les échantillons avaient été recueillis.

L'oxygène, plus rare, venait de cette eau ou de petites quantités d'air qui s'étaient introduites dans les bouteilles ayant servi au transport des échantillons. Dans les expériences, exposées plus loin, où l'on a opéré sur du grisou pur, sans gaz étranger et tel qu'il se dégage des massifs de houille, on n'a plus trouvé d'oxygène. Rien d'étonnant à cela ; la houille, on le sait, absorbe l'oxygène très facilement ; à supposer que de l'oxygène pût s'introduire dans un massif, il y disparaîtrait en peu de temps.

L'azote s'est présenté en proportion très variable et souvent fort élevée ; il n'a pu provenir entièrement ni de l'eau, ni, vu la rareté de l'oxygène, de rentrées d'air dans les bouteilles ; la plus grande partie préexistait dans le grisou au moment où il a été recueilli. En réalité, ce que nous désignons sous le nom d'azote n'est pas de l'azote pur ; il s'y trouve toujours, on l'a déjà dit, une petite quantité d'argon : nous reviendrons longuement sur ce point.

Nous avons montré l'importance qu'il y avait à doser très exactement l'azote du grisou. Aussi était-il intéressant de vérifier les taux d'azote fournis par l'analyse eudiométrique en les déterminant encore autrement : j'ai brûlé des volumes connus de grisou en les faisant passer sur de l'oxyde de cuivre fortement chauffé ; j'ai absorbé l'acide carbonique produit et mesuré l'azote restant ; bien que ces expériences, répétées sur la moitié environ des échantillons de grisou, aient donné lieu à un travail très considérable, je ne m'y arrêterai pas (*) ; je dirai seule-

(*) Elles ont, d'ailleurs, été exécutées comme celles qui seront décrites plus loin à propos de la séparation de l'azote précédant le osage de l'argon.

ment que les deux méthodes employées pour déterminer l'azote ont pleinement concordé.

J'en viens maintenant à l'étude qui nous intéresse le plus pour le moment, relative à la composition de la partie entièrement combustible du grisou.

Considérons la contraction et la quantité d'acide carbonique produites lors de la combustion en présence d'un excès d'oxygène.

Les différences entre les résultats fournis par les divers échantillons, sauf XIV, XV et XVI (*), sont peu importantes, ou, du moins, ne le sont pas assez pour qu'on doive les considérer comme beaucoup plus fortes que les erreurs possibles et en faire le point de départ de calculs et de raisonnements ; je considérerai donc seulement les moyennes 201,2 et 100,8. D'après ce qui est admis, 100 de méthane devraient fournir respectivement comme contraction et comme acide carbonique 200 et 100. J'ai trouvé dans tous les cas des nombres supérieurs à ces derniers.

Avant de tirer de là aucune conclusion, il m'a paru intéressant de voir quelle contraction et quelle quantité d'acide carbonique donnerait du méthane pur analysé à l'eudiomètre par des procédés identiques à ceux que j'avais suivis pour le grisou.

Analyse eudiométrique du méthane pur. — Sur le conseil de M. Friedel, j'ai eu recours, pour préparer du méthane pur, à la décomposition du mercure-diméthyle par un acide.

Dans une cloche de verre pleine de mercure, j'ai fait passer un très petit volume de mercure-diméthyle au moyen d'une pipette à extrémité courbe, façonnée avec un tube de verre capillaire dans lequel une boule de 1 cen-

(*) On reviendra plus loin sur ces trois échantillons.

timètre cube avait été soufflée. Pour éviter d'aspirer avec la bouche un liquide dont la vapeur est aussi malsaine, il est commode de munir le haut de la pipette d'un bout de tuyau de caoutchouc portant un obturateur de verre et de s'en servir comme d'un compte-gouttes. A la suite du mercure-diméthyle, on introduit sous la cloche de l'acide chlorhydrique pur en excès. On chauffe très légèrement la cloche avec la flamme d'un bec à gaz. La réaction se produit, mais elle n'est pas extrêmement rapide. Quand elle est terminée, on transvase le méthane formé, au moyen d'une pipette à gaz, dans une cloche dont les parois intérieures sont enduites d'une dissolution concentrée de potasse, dans le but d'absorber le gaz chlorhydrique. Au bout de quelques heures, on prélève les 5 ou 10 centimètres cubes de méthane à analyser. Mais, ainsi, il est à la rigueur possible qu'il reste sur les parois de la première cloche un peu de mercure-diméthyle non décomposé et que la pipette à gaz en prenne, par frottement, une trace dont la vapeur serait peut-être capable de souiller sensiblement le méthane. Aussi, après avoir opéré d'abord comme il vient d'être dit, ai-je ensuite préféré les manipulations suivantes.

On remplit une cloche de verre d'acide sulfurique concentré; sa partie inférieure baigne dans une capsule de porcelaine remplie du même acide. On fait passer dans la cloche un peu de mercure-diméthyle. La décomposition de ce liquide est à peu près instantanée. On laisse le méthane dans la cloche pendant plusieurs heures, afin d'être certain que sa vapeur a été complètement détruite; on constate, si l'on prend un peu de gaz avec une pipette et qu'on le rejette dans l'air, qu'il est tout à fait exempt de l'odeur caractéristique et si intense que peut donner une trace de mercure-diméthyle. Par surcroît de précaution, pour le cas où l'acide sulfurique aurait dégagé quelque peu d'un acide volatil ou abandonné un peu d'air

dissous, j'ai fait séjourner le méthane obtenu, avant de l'analyser, dans une cloche dont les parois intérieures étaient enduites de pyrogallate de potasse; si le gaz contenait une trace d'air, l'oxygène de cet air était éliminé et, quant à l'azote, il se retrouverait dans l'analyse. Je suis arrivé ainsi à des résultats tels que ceux de l'analyse suivante.

	H_0+h_0-F	
Air	709,53	= { Az 560,53 ; O 149,00 }
Après addition du méthane	803,38	Méthane 93,85
Après addition d'oxygène	932,56	Contraction 187,80 + 0,08 (eau) = 187,88
Après étincelle	744,76	
Après potasse	650,98	Acide carbonique 93,78
Après addition d'hydrogène	920.83	Contraction 269,65 + 0,09 (eau) = 269,74 = { O 89,84 ; H 179,90 }
Après étincelle	651,18	

Gaz restant après potasse	650,98	Azote introduit avec l'air	560,53
Correction nécessitée par l'eau	— 0,08	Oxygène restant après potasse	89,84
	650,90		650,37

Impureté incombustible dans le méthane analysé : 0,53

D'où :

Partie entièrement combustible du gaz analysé	93,85 — 0,53 = 93,32
Contraction rapportée à 100 du gaz entièrement combustible	$\frac{187,88}{93,32} = 201,3$
Acide carbonique rapporté à 100 de gaz entièrement combustible	$\frac{93,78}{93,32} = 100,5$

Ainsi les analyses eudiométriques opérées sur le méthane et sur le grisou exactement de la même façon ont donné, pour la partie entièrement combustible de ces gaz, des résultats du même ordre.

Je me suis demandé si la petite impureté incombustible (0,53), trouvée dans le méthane, viendrait, par exemple, d'un peu d'air dissous dans le mercure-diméthyle.

J'ai préparé un tube barométrique à l'extrémité supé-

rieure duquel était soudée une partie capillaire, de 5 centimètres de long, jaugée en volume. Le baromètre était placé sur une cuve profonde; en l'enfonçant dans la cuve, on pouvait constater que le mercure remplissait complètement le tube, compris la portion capillaire, sans y laisser une trace d'air. J'y ai alors introduit, avec la pipette disposée comme un compte-gouttes, un peu de mercure-diméthyle. En soulevant le tube barométrique, on a étalé ce dernier liquide sur la paroi interne du tube, en sorte qu'il a pu rapidement abandonner dans le vide le gaz qu'il tenait en dissolution. En enfonçant ensuite le tube à une profondeur convenable, on a mesuré dans la portion capillaire un volume de gaz qu'on a trouvé de $0^{cc},029$ à la pression de 760 millimètres et à la température de 18°,5. Puis, on a fait pénétrer dans le tube barométrique de l'acide sulfurique, qui a immédiatement décomposé la totalité du mercure diméthyle et fourni 67 centimètres cubes de méthane à 760 millimètres et 18°,5 (dans les calculs on a tenu compte de la tension de vapeur du mercure-diméthyle, qu'on a estimée de 75 millimètres à 18°,5, d'après des déterminations sommaires).

Une seconde expérience a donné $0^{cc},017$ de gaz dégagé dans le vide par le mercure-dimétyle pour 61 centimètres cubes de méthane produit.

On a :

$$\frac{0,029}{67} = 0,0004, \qquad \frac{0,017}{61} = 0,0003.$$

Le mercure-diméthyle devait donc renfermer à l'état de dissolution un volume de gaz (gaz de l'air, sans doute) correspondant à 1/2000 ou 1/3000 du méthane qu'il est capable de dégager. Il n'y a pas, dans nos recherches, à se préoccuper de quantités aussi petites.

Par suite, l'impureté incombustible (0,53), trouvée dans le méthane ci-dessus et égale à environ 1/200 de ce mé-

thane, ne venait pas du mercure-diméthyle. Était-ce vraiment une impureté, ou bien cette différence de 0,53 entre les volumes gazeux 650,90 et 650,37 n'était-elle que le résultat d'une imperfection de l'analyse, imperfection qu'on aurait le droit de trouver négligeable, si l'on ne recherchait une extrême précision? Nous sommes ici trop près des limites d'erreur possibles pour rien affirmer. Ce que je puis dire, c'est que, dans les huit analyses que j'ai faites sur le méthane tiré du mercure-diméthyle, j'ai toujours obtenu plus de 200 pour la contraction et plus de 100 pour l'acide carbonique ; les analyses que j'ai lieu de considérer comme les meilleures donnent pour moyennes les nombres 201,1 et 100,4.

Je conclus que peut-être ma façon d'opérer comporte une petite erreur systématique [que d'ailleurs je n'ai pas découverte (*)], faisant trouver une contraction et une proportion d'acide carbonique un peu trop fortes, mais qu'en tout cas, la même méthode m'ayant donné des résultats du même ordre, d'une part pour le grisou et, d'autre part, pour le méthane préparé avec soin par le mercure-diméthyle (je

(*) J'ai employé des eudiomètres différents, j'ai opéré avec des doses d'air à peu près doubles de celles qui sont indiquées plus haut; je n'ai pas aperçu l'influence de ces changements de conditions.

Pour éliminer la petite incertitude, négligeable d'ailleurs, qui pourrait subsister relativement à la composition de l'air, j'ai fait plusieurs analyses sans recourir à l'air; le gaz, méthane pur ou grisou, était brûlé en présence d'un volume 8 ou 10 fois supérieur d'oxygène. Mais alors il devient très laborieux de déterminer l'oxygène restant après l'action de la potasse; il faut y employer des volumes considérables d'hydrogène, et l'on ne gagne rien en précision. On peut, il est vrai, se dispenser de faire usage de l'hydrogène et absorber l'oxygène restant par le phosphore ; mais il arrive dans ce cas que, la proportion d'oxygène étant très élevée, l'absorption n'a pas lieu, ou bien, si l'on augmente un peu la température, elle se fait tout d'un coup avec inflammation du phosphore, et la cloche contenant le gaz est compromise. Il ne serait pas impossible, peut-être, d'utiliser le phosphore comme absorbant de l'oxygène; mais je ne l'ai essayé que vers la fin de mon travail, quand la plupart des analyses étaient déjà faites sans lui; il m'a paru préférable de m'en passer et, pour faciliter les comparaisons, d'exécuter outes les analyses par le même procédé, celui qui recourt à l'air.

ne considère, bien entendu, que la partie entièrement combustible des deux gaz), le premier gaz consiste en méthane du même degré de pureté que le second.

Remarque sur la composition du méthane pur. — D'après les chiffres donnés plus haut pour la contraction et l'acide carbonique produits dans sa combustion, le méthane serait un peu plus condensé qu'on l'admet ordinairement. Je croirais imprudent d'affirmer le fait, parce que les différences entre 201,1 et 200 et entre 100,4 et 100 sont presque de l'ordre des erreurs d'expérience. Cependant si, avec ces nombres 201,1 et 100,4 et des données précises sur la composition de l'acide carbonique et celle de l'eau, on calcule les poids de carbone et d'hydrogène contenus dans 1 litre de méthane, on en déduit, pour ce gaz, la densité 0,558 regardée comme exacte, tandis que le même calcul fait avec les nombres 200 et 100 conduit à une densité trop faible, 0,555.

En effet, voyons d'abord combien de carbone et d'oxygène renferme 1 litre d'acide carbonique. D'après Dumas et Stas, il y a dans l'acide carbonique, en poids : carbone, 0,2727, et oxygène, 0,7273; 1 litre d'acide carbonique pèse $1^{gr},529 \times 1,293$ et renferme, par suite, en poids : carbone, $1^{gr},529 \times 1,293 \times 0,2727$, et oxygène, $1^{gr},529 \times 1,293 \times 0,7273$. Quant à la composition en volume, il y a dans 1 litre d'acide carbonique : oxygène $\frac{1^{lit},529 \times 1,293 \times 0,7273}{1,1053 \times 1,293}$ ou $1^{lit},0061$ ($1^{lit},1053$ est la densité exacte de l'oxygène).

Pour ce qui est de l'eau, rappelons que le rapport des volumes de l'oxygène et de l'hydrogène qu'elle contient est $\frac{0,33306}{0,66694}$ ou 0,4994.

Avec ces données, effectuons les calculs de densité dont il vient d'être parlé.

1° On prend : acide carbonique produit dans la combustion du méthane 200,4, et contraction 201,1.

Dans 1 litre de méthane, il y aura un poids de carbone :

$$x = 1^{gr},529 \times 1,293 \times 0,2727 \times \frac{100,4}{100} = 0^{gr},4186 \times 1,293.$$

Quel sera le poids y de l'hydrogène par litre de méthane ? On le déduit de la contraction. Écrivons que cette contraction est égale à $201^{cc},1$ pour 100 centimètres cubes de méthane pur :

$$\underbrace{100}_{\text{volume de méthane}} + \underbrace{100,4 \times 1,0061}_{\text{volume d'oxygène nécessaire pour brûler le carbone de 100 volumes de méthane}} + \underbrace{\frac{\frac{1}{10}y}{0,0695 \times 1,293} \times 0,4994}_{\text{volume d'oxygène nécessaire pour brûler le poids } \frac{1}{10} y \text{ d'hydrogène}} - \underbrace{100,4}_{\text{volume d'acide carbonique formé}} = 201,1$$

D'où :

$$y = 0,1399 \times 1^{gr},293 ;$$

et, par suite, densité du méthane :

$$\frac{x + y}{1,293} = 0,4186 + 0,1399 = 0,558.$$

2° On prend : acide carbonique produit dans la combustion du méthane 100, et contraction 200.

On a :

$$x = 1^{gr},529 \times 1,293 \times 0,2727 = 0^{gr},4170 \times 1,293,$$

et :

$$100 + 100 \times 1,0061 + \frac{\frac{1}{10}y}{0,0695 \times 1,293} \times 0,4994 - 100 = 200;$$

d'où :

$$y = 0,1384 \times 1^{gr},293;$$

et, par suite, densité du méthane :

$$\frac{x + y}{1,293} = 0,4170 + 0.1384 = 0,555.$$

Ces calculs se trouvent fournir la vérification annoncée

des analyses de méthane pur. Mais je ne m'en exagère pas la précision; car ils reposent visiblement sur des données susceptibles, peut-être, d'être légèrement modifiées par des travaux ultérieurs. Je les donne surtout comme type d'opérations qu'il serait instructif de répéter, à la suite de nouvelles analyses, sur le méthane même et sur bien d'autres hydrocarbures dont la composition n'est pas, sans doute, si simple qu'on l'admet.

Échantillons de grisou contenant des hydrocarbures étrangers au méthane. — Dans le tableau des résultats des analyses de grisou présentées plus haut, j'ai mis à part les échantillons XIV, XV et XVI. Pour ceux-là, il est hors de doute que les valeurs de la contraction et de la proportion d'acide carbonique formé relatives à 100 de gaz entièrement combustible dépassent notablement celles qui correspondent au méthane pur. J'ai fait sur ces échantillons de nombreux dosages qui tous ont confirmé le fait. Les échantillons dont il s'agit doivent donc renfermer quelque gaz combustible étranger au méthane. Les résultats inscrits au tableau sont les moyennes des dosages effectués ; ils s'accordent approximativement avec l'hypothèse où le gaz étranger serait de l'éthane à la dose de 2 à 4 p. 100.

Calculons, en effet, la contraction et l'acide carbonique que donneraient des mélanges : 1° de 0,98 de méthane avec 0,02 d'éthane, et 2° de 0,96 de méthane avec 0,04 d'éthane, en nous servant pour le méthane des données qui précèdent et en admettant pour l'éthane la contraction (250) et la proportion d'acide carbonique (200) adoptées d'ordinaire, ce qui, vu la faible quantité de l'éthane, est parfaitement légitime. Nous aurons :

Combustion du 1er mélange ($0,98CH^4 + 0,02C^2H^6$)...	Contraction	$201,1 \times 0,98 + 250 \times 0,02 = 202,1$
	Acide carbonique	$100,4 \times 0,98 + 200 \times 0,02 = 102,4$
Combustion du 2e mélange ($0,96CH^4 + 0,04C^2H^6$)...	Contraction	$201,1 \times 0,96 + 250 \times 0,04 = 203,1$
	Acide carbonique	$100,4 \times 0,96 + 200 \times 0,04 = 104,4$

Résumé et conclusions du chapitre I.

On a trouvé, dans les échantillons de grisou examinés, à côté d'une partie incombustible, consistant en acide carbonique (de 0 à 4 p. 100), oxygène (de 0 à 0,9 p. 100) et azote (de 2,2 à 39,8 p. 100), une partie entièrement combustible dont on a étudié tout spécialement la composition par la méthode eudiométrique. Par la même méthode, on a analysé du méthane pur, tiré du mercure-diméthyle. On a vu que, dans le plus grand nombre des cas, la partie entièrement combustible du grisou se comportait à l'analyse exactement comme le méthane du mercure-diméthyle. Avec quelques échantillons de grisou cependant, on a obtenu des résultats sensiblement différents, prouvant que le méthane y était accompagné d'une proportion, faible mais sensible, d'hydrocarbure étranger, par exemple de 2 à 4 p. 100 d'éthane (*).

(*) On peut, en outre, conclure ce qui suit. Il est fort possible que les hydrocarbures, en brûlant avec de l'oxygène, ne donnent pas lieu à des contractions et à des productions d'acide carbonique aussi simples qu'on le suppose d'ordinaire ; il arrive tout au moins que, dans des analyses eudiométriques faites avec grand soin, on n'observe pas cette simplicité pour le méthane ; il est à penser, d'après cela, qu'on ne saurait déterminer avec précision, par la seule eudiométrie, un mélange complexe d'hydrocarbures, parce que le calcul de l'analyse suppose une connaissance très exacte de la véritable composition de chacun des corps dosés. Mais l'analyse eudiométrique peut atteindre une grande précision, quand elle s'applique à des mélanges d'azote, d'oxygène, d'hydrogène, ou d'autres gaz pour lesquels on connaîtrait très bien les éléments du calcul : contractions et acide carbonique résultant de la combustion, proportions des corps entrant en combinaison sous l'influence de l'étincelle.

CHAPITRE II.

L'AZOTE ET L'ARGON DANS LE GRISOU.

Il y a toujours de l'azote dans le grisou. Sa proportion varie entre des limites fort écartées ; sur les sept échantillons dont il sera question plus loin, j'ai obtenu comme taux extrêmes 0,74 et 30 p. 100(*). D'où provient cet azote? On admet le plus souvent, je crois, qu'il a été dégagé par les principes azotés des matières végétales passées à l'état de houille. Il paraît bien difficile de lui accorder une telle origine; car, dans les décompositions lentes reproduites au laboratoire, on n'observe ni une si grande variabilité, ni surtout une si forte exagération du taux de l'azote mis en liberté par rapport au méthane formé. Il était donc naturel de songer à l'air comme source possible de l'azote du grisou. Mais comment distinguer l'azote émané des matières végétales et l'azote de l'air? Il m'a paru qu'on pourrait peut-être fonder cette distinction sur l'argon, que j'étais justement à même de déterminer avec précision. J'ai donc cherché s'il y aurait de l'argon dans l'azote du grisou. Des essais préliminaires m'en firent trouver, dans un mélange de plusieurs échantillons, une proportion de 1,1 p. 100, assez voisine de celle (1,19) qui, d'après mes expériences (**), caractérise l'azote de l'air. Il semblait y avoir là une preuve en faveur de l'origine atmosphérique de l'azote du grisou.

(*) Il ne s'agit ici et plus loin que d'échantillons de gaz tout à fait exempts d'air introduit lors du prélèvement. C'est pourquoi je ne tiens plus compte de ceux qui nous ont occupés précédemment. En particulier, je néglige celui de Blanzy qui contenait 40 p. 100 d'azote : il avait été puisé par aspiration dans le massif et pouvait être ainsi souillé d'azote, appelé du dehors par l'aspiration même.

(**) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 2e semestre 1895.

M. Leproux, Ingénieur au Corps des Mines, connut ces résultats. Pour me permettre de les vérifier, il eut l'idée de m'offrir, en vue de la recherche de l'argon, du grisou de Saint-Étienne et du Plat-de-Gier, qu'il savait dégagé sous pression notable, et qui provenait, par suite, de portions de massifs où l'air ne devait pas avoir pénétré dans les temps actuels. Si l'azote de pareil grisou possédait le taux d'argon particulier à l'azote atmosphérique, on pourrait admettre que l'air auquel il appartenait avait été emprisonné dans la houille, vers l'époque reculée où s'était formé le grisou, c'est-à-dire que, suivant l'expression de M. Leproux, on serait en présence d'*air fossile*.

Ainsi il devenait de plus en plus intéressant de déterminer avec précision la proportion d'argon contenue dans l'azote du grisou. Le dosage effectué sur l'un des échantillons envoyés par M. Leproux (grisou de Saint-Étienne) me donna 1,18 d'argon p. 100 d'azote. C'était justement le même taux que dans l'azote atmosphérique. Encouragé par ce résultat, je généralisai les recherches. Avec la recommandation de M. l'Inspecteur général des Mines Aguillon, je demandai de nouveau du grisou à diverses Compagnies minières; elles mirent encore un empressement pour lequel je leur exprime mes plus vifs remerciements, à me fournir tous les échantillons qui m'étaient nécessaires, les prélevant, autant que possible, à des souflards ou des trous de sonde qui débitaient le gaz sous pression sensible.

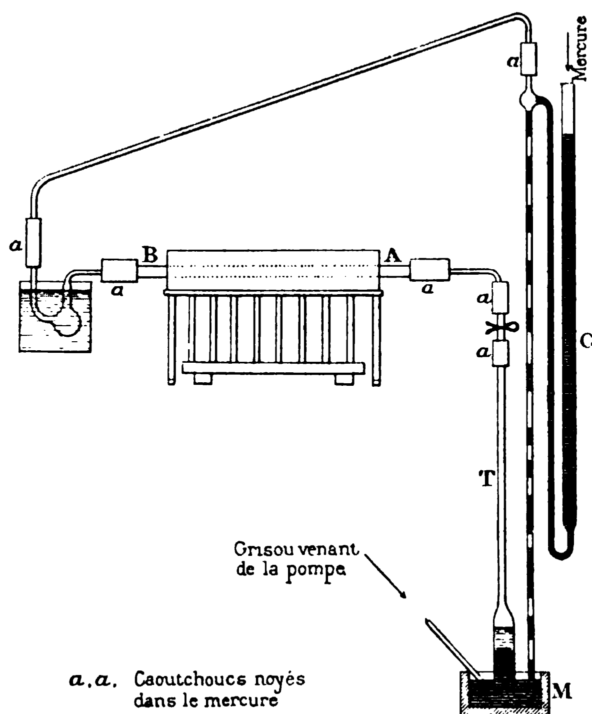
Prélèvement des échantillons de grisou sans aucune introduction d'air. — On a recueilli chaque échantillon en faisant passer dans une série de quatre ou six bouteilles de $6^{lit},5$ (*) un courant de grisou qui chassait l'air par dépla-

(*) La série est contenue dans une caisse d'où les bouteilles ne sont pas retirées pour la prise d'échantillon et qui se transporte commodément.

cement; puis, les bouteilles étaient fermées par des pinces serrant de bons caoutchoucs à vide. La récolte du grisou sur l'eau doit être ici proscrite, si l'on veut atteindre à une grande précision; car l'eau, qui dissout sensiblement et inégalement l'azote et l'argon, pourrait altérer le rapport cherché des deux gaz, le diminuant ou l'exagérant suivant les cas.

Séparation de l'azote contenu dans le grisou. — Pour arriver à la détermination de ce rapport, il faut, quand on a le grisou, en séparer d'abord l'azote avec son argon. A cet effet, on envoie le grisou sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge, puis dans de la potasse. J'ai trouvé très avantageux d'employer à cette opération un appareil analogue à celui qui me sert pour le dosage de l'argon et dans lequel une trompe à mercure fait constamment circuler les gaz sur les réactifs. Voici quelques détails sur les dispositions adoptées et la marche des opérations. On relie une des bouteilles pleines de grisou avec une pompe à mercure; la liaison est réalisée avec un tube de verre de petit diamètre qui s'adapte d'un côté à la pompe et de l'autre à un caoutchouc porté par la bouteille et fermé par une pince. On fait en quelques instants le vide dans la pompe; puis, en ouvrant la pince, on établit la communication avec la bouteille; la pompe se remplit de grisou. D'autre part, on a préparé un appareil où doit se décomposer et disparaître la partie combustible du grisou. Cet appareil comprend essentiellement un tube de porcelaine AB, verni intérieurement et extérieurement, rempli d'oxyde de cuivre et disposé sur une rampe à gaz qui permet de le porter au rouge. Une de ses extrémités A est en relation avec un tube de verre vertical T, qui s'élargit à la partie inférieure et plonge dans une petite cuve à mercure M. L'autre extrémité B communique avec un ballon d'une trentaine de centimètres cubes, noyé

dans de l'eau froide, puis avec le haut d'une trompe à mercure C, dont le bas se recourbe dans la petite cuve et débouche sous le tube T. Au moyen de la trompe, dont l'orifice inférieur a été momentanément dégagé du tube T,



on fait le vide dans l'appareil; après quoi, on coiffe avec T à la fois l'orifice de la trompe et celui de la pompe. Les choses étant à ce point, on remplit l'appareil de grisou (*),

(*) Avant d'admettre le grisou, on en a prélevé, avec la pompe, un petit échantillon et l'on a vérifié, au moyen du phosphore, qu'il était absolument exempt d'oxygène et, par suite, d'air. Cette vérification a toujours été complètement satisfaisante, sauf, comme on le verra, pour le gaz de Rochebelle, dans lequel on a trouvé un peu d'air.

fourni par la pompe, et l'on introduit en T de la potasse concentrée au moyen d'une pipette recourbée; on porte le tube de porcelaine au rouge et l'on fait fonctionner la trompe. La partie combustible du grisou se décompose sur l'oxyde de cuivre ; l'eau formée s'arrête dans le petit ballon, l'acide carbonique dans la potasse. A mesure que le gaz combustible disparaît, on introduit du grisou avec la pompe. L'azote reste comme résidu dans l'appareil. Quand on en a préparé un volume suffisant, on arrête l'introduction du grisou, et l'on élimine ce qui subsiste encore du gaz combustible en faisant circuler le mélange pendant une dizaine de minutes dans l'appareil. Le point intéressant du dispositif est précisément qu'il permet, par cette circulation finale, de se débarrasser complètement ou à très peu près, et cela en fort peu de temps, des gaz autres que l'azote (avec son argon). On parvient bien au même résultat en faisant passer une seule fois le grisou sur l'oxyde de cuivre, comme dans une analyse organique ; mais alors le courant gazeux doit être très lent, même si l'on emploie de longues colonnes d'oxyde de cuivre, et, quand l'opération porte sur une vingtaine de litres de grisou, elle devient interminable. L'azote séparé comme il vient d'être dit est transvasé au moyen de la trompe dans un volumètre où on le mesure très exactement, après en avoir mis à part un échantillon.

Sur cet échantillon, on effectue une analyse eudiométrique complète ; on trouve généralement qu'il renferme de 0 à 0,5 p. 100 d'un mélange d'acide carbonique et de gaz combustible, dont on tiendra compte ensuite dans les calculs.

Dosage de l'argon dans l'azote extrait du grisou. — On dose enfin l'argon dans l'azote ainsi préparé suivant un procédé que j'ai décrit antérieurement (*) et sur lequel

(*) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 2e semestre 1895.

je ne reviendrai pas. Je puis dire dès maintenant que j'ai trouvé de l'argon dans tous les échantillons examinés. J'ai parlé d'argon pour simplifier le langage. Mais la véritable nature de l'élément isolé de l'azote n'est pas rigoureusement établie dans les opérations jusqu'ici indiquées. Il en faut une démonstration par le spectre. Je l'ai cherchée, en me servant de tubes de Plücker où j'avais introduit avec les précautions convenables les résidus gazeux à examiner. C'est là certainement une des parties délicates de ces recherches ; mais il n'y a pas à y insister ici. J'ajouterai seulement que j'ai reconnu avec une complète certitude que les résidus gazeux séparés de l'azote, non absorbés au rouge par le magnésium ni par la potasse en présence d'oxygène sous l'influence de l'étincelle d'induction, que ces résidus, dis-je, consistaient bien, d'après les raies de leurs spectres, en argon (*).

Résultats des expériences. — Le tableau suivant résume les conditions principales et les résultats des expériences.

PROVENANCE des échantillons de grisou	PRESSION sous laquelle se dégage le grisou en centim. d'eau	VOLUMES A 0° ET 760mm			AZOTE avec argon dans 100 de grisou A	ARGON dans 100 de grisou B	ARGON dans 100 d'azote et argon C
		grisou ayant fourni l'azote avec l'argon	AZOTE avec argon extrait du grisou	ARGON (**)			
Anzin..........	400cm	3lit,5	634cc,0	20cc,78	18,1	0,594	3,28
Bessèges.......	de 4 à 5	4 ,9	186 ,7	3 ,04	3.8	0,064	1,63
Firminy........	16	18 ,4	135 ,8	2 ,27	0,74	0,012	1,67
Liévin.........	70	5 ,5	437 ,1	9 ,71	8.0	0,166	2,22
Plat-de-Gier....	75	1 ,9	592 ,9	10 ,85	30,0	0,601	1.83
Ronchamp......	8	9 ,1	255 ,4	2 ,79	2,8	0,031	1,09
Saint-Etienne...	600	15 ,5	497 ,5	5 ,81	3,2	0,037	1,17

(*) J'ai fait cette vérification spectrale sur trois des échantillons cités plus loin : Anzin, Plat-de-Gier, Saint-Étienne.

(**) Ces volumes d'argon sont les résultats mêmes des mesures; ils n'ont pas subi la correction de 0.7 p. 100 que comporte le procédé de dosage.

On imagine combien ces analyses ont été laborieuses, surtout quand le grisou s'est trouvé très pauvre en azote; en particulier, dans l'étude du grisou de Firminy, qui renfermait seulement 0,74 d'azote p. 100, il a fallu brûler 18^{lit},4 (à 0° et 760 millimètres) de gaz pour obtenir 135^{cc},8 d'azote et finalement 2^{cc},27 d'argon. Malgré les difficultés matérielles des expériences, la précision désirable a été, je pense, réalisée. J'en donnerai comme preuve les vérifications suivantes. Sur les deux échantillons qui avaient conduit à la plus petite et à la plus grande valeur du taux d'argon pour 100 d'azote et argon, j'ai recommencé toute la série des opérations et j'ai trouvé :

		Volumes à 0° et 760^{mm}			Argon dans 100 d'azote et argon	Différence
		Grisou ayant fourni l'azote avec l'argon	Azote (avec argon) extrait du grisou	Argon		
Ronchamp	1er dosage........	9^{lit},1	255^{cc},4	2^{cc},788	1,092	0,006
	2e dosage........	7 ,8	218 ,2	2 ,369	1,086	soit $\frac{1}{180}$
Anzin	1er dosage........	3 ,5	634 ,0	20 ,779	3,277	0,013
	2e dosage........	2 ,0	360 ,0	11 ,752	3,264	soit $\frac{1}{250}$

On est retombé la seconde fois sur les mêmes résultats que la première à environ 1/200 près, et cela avec des échantillons de grisou où l'argon n'entrait que pour 1/170 ou même 1/3300. L'argon, en raison même de son inertie chimique, se détermine, comme on voit, avec une rare perfection. Les expérimentateurs devraient, à l'occasion, en aborder franchement le dosage, qui ne manquerait pas d'être parfois fort instructif, au lieu de se borner à des constatations qualitatives. Ainsi les chiffres que j'ai présentés paraissent bien mériter confiance et peuvent servir de base à une discussion.

Analyse du gaz de Rochebelle. — J'y joindrai ceux que m'a donnés un autre gaz, provenant aussi de houillères, mais tout différent du grisou sous le rapport de la constitution : je veux parler du gaz qui se dégage dans les mines de Rochebelle avec une force et une soudaineté si dangereuses et qui consiste essentiellement, on le sait, en acide carbonique. J'ai pu en faire une analyse complète. Cette analyse s'est trouvée un peu compliquée par la présence d'une petite quantité d'air (1/300) dans le gaz donné; on avait dû, en effet, pour le prélever dans la mine, procéder par aspiration. J'ai commencé par absorber l'acide carbonique avec une dissolution de potasse à 40° B. Sur un échantillon du résidu, on a dosé très exactement l'oxygène au moyen du phosphore, d'où l'on a déduit l'air correspondant ; puis, on a exécuté une analyse eudiométrique dont le résultat a été très net : pour 100 de gaz entièrement combustible :

Contraction	202,9
Acide carbonique	104,2;

le gaz combustible est du méthane du même degré de pureté que celui des échantillons ordinaires de grisou. En définitive, l'échantillon de gaz de Rochebelle, tel que je l'ai reçu, contenait :

Air	0,33
Azote (et argon)	1,14
Méthane	0,73
Acide carbonique	97,80
	100,00

Soit, pour 100 de gaz pur, c'est-à-dire exempt d'air :

Azote (et argon)	1,14
Méthane	0,73
Acide carbonique	98,13
	100,00

J'ai aussi recherché l'argon dans le gaz de Rochebelle, et j'ai eu :

VOLUMES A 0° ET 760mm			Azote avec argon dans 100 de gaz traité	ARGON DANS	
Gaz de Rochebelle traité	Azote (avec argon) extrait	Argon		100 de gaz traité	100 d'azote et argon
$20^{lit},0$	$228^{cc},9$	$4^{cc},29$	1,14	0,021	1,87

Dosage de l'argon dans la houille. — Avant d'aller plus loin et pour être plus à même de tirer tout à l'heure nos conclusions sur l'origine de l'argon du grisou, il nous est utile de répondre à une question qui se pose naturellement : l'argon du grisou viendrait-il de la houille ?

J'ai recherché l'argon dans les houilles de Saint-Étienne et du Plat-de-Gier.

Les échantillons analysés représentaient plusieurs kilogrammes de houille ; ils ont été finement pulvérisés, puis soumis au vide et à un véritable dosage d'azote en volume. L'azote obtenu a été mesuré, vérifié par l'analyse eudiométrique sous le rapport de la pureté ; puis, on l'a traité de façon à isoler l'argon.

22 grammes de houille (non desséchée) de Saint-Étienne ont donné ainsi 243 centimètres cubes ou $0^{gr},304$ d'azote (soit en poids 1,38 p. 100), lesquels, à la suite des opérations propres à séparer l'argon, ont laissé un résidu gazeux d'environ $0^{cc},08$. De même, avec $18^{gr},3$ de houille du Plat-de-Gier, on a obtenu 196 centimètres cubes ou $0^{gr},245$ d'azote (soit 1,34 p. 100), d'où l'on a retiré un résidu d'environ $0^{cc},05$. Ces résidus équivalaient à peu près à 1/50 de l'argon qu'aurait fourni de l'azote atmosphérique. Encore pouvaient-ils représenter des impuretés étrangères aux matières analysées et provenant, en par-

ticulier, des dissolutions de potasse qu'on avait dû employer en quantités très importantes ou de petits volumes d'air demeurés dans les appareils.

En définitive, les houilles examinées contenaient au plus, si toutefois elles en contenaient, $\frac{1}{200.000}$ d'un élément comparable à de l'argon. Il n'est pas à penser que les traces, d'ailleurs problématiques, de cet élément, aient fait sentir leur influence sur la composition du grisou, à moins de supposer, bien gratuitement, que les matières végétales ayant donné la houille aient dégagé tout l'argon qu'elles auraient renfermé avant leur transformation; mais, avant cette transformation même, tout porte à croire qu'elles n'en renfermaient pas en quantité appréciable.

Résumé et conclusions du chapitre II.

L'azote libre, qui se rencontre toujours dans le grisou, ne me paraissant pas être dû à la décomposition des matériaux de la houille, en raison de sa variabilité et surtout de la proportion élevée dans laquelle il se présente fréquemment, je me suis demandé s'il proviendrait de l'air. Pour éclaircir ce point, j'ai recherché l'argon dans l'azote du grisou, en ayant soin de n'opérer que sur des échantillons prélevés sans aucune introduction d'air extérieur : j'ai séparé d'abord l'azote du reste du gaz, puis je l'ai traité en vue de l'extraction et du dosage de l'argon, et, ayant trouvé un résidu tout à fait comparable à ce dernier gaz par ses propriétés chimiques, j'en ai vérifié la véritable nature par l'examen de son spectre (du moins dans la moitié des cas). J'ai contrôlé l'exactitude des dosages en recommençant, pour deux d'entre eux, toute la série des opérations qu'ils comportent et retrouvant rigoureusement les chiffres déjà obtenus. En même temps que le grisou, j'ai soumis à des épreuves

semblables le gaz de Rochebelle, après en avoir éliminé l'acide carbonique qui en constitue l'élément dominant.

J'ai constaté, d'ailleurs, que la houille ne contenait pas une quantité appréciable d'argon.

Les conclusions des expériences sont les suivantes.

L'argon a été trouvé dans tous les échantillons de grisou où je l'ai cherché ; il existe aussi dans le gaz de Rochebelle.

Le taux d'azote pour 100 de grisou (colonne A) a varié dans le rapport de 1 à 40, et celui de l'argon (colonne B) dans le rapport de 1 à 50; l'azote et l'argon se rencontrent donc dans le grisou en des proportions qui semblent sans relation avec celle du méthane, principal produit gazeux issu des matériaux de la houille; c'est une raison à ajouter à celles qu'on a vues, pour placer leur origine en dehors de la décomposition de ces matériaux.

Tandis que l'azote et l'argon contenus dans 100 de grisou ont subi de si amples oscillations, ils n'ont varié l'un à l'égard de l'autre (colonne C) que dans le rapport de 1 à 3; par là ils semblent liés ensemble en quelque manière.

Le taux de 1,17 d'argon (soit 1,18 après correction) pour 100 d'azote et argon, taux qui est sensiblement identique au taux d'argon de l'azote atmosphérique (1,19), qui s'est trouvé celui de l'échantillon de Saint-Étienne, examiné le premier en date, et d'où était née l'idée de l'*air fossile*, emprisonné de longue date dans la houille, ne s'est plus présenté dans la suite (*).

(*) Il y a des mines dans lesquelles les massifs sont absolument secs. Celle de Saint-Étienne, d'où venait le grisou qui a donné le taux d'argon 1,18, est du nombre. Dans ces mines, l'influence possible (dont on va parler) de l'eau sur le taux d'argon ne se serait pas fait sentir. En se retirant, postérieurement au dépôt des matériaux de la houille, l'eau aurait laissé pénétrer à sa place de l'air, dont l'azote et l'argon se seraient conservés sans altération et mêlés au méthane dégagé ensuite. Si l'azote et l'argon de notre grisou de Saint-Étienne avaient réellement cette origine, ils donneraient la preuve d'un fait très intéressant, à savoir que, depuis les temps géologiques, la constitution de l'atmosphère, en ce

Il est possible que l'air soit intervenu autrement, d'une façon moins directe, dans la composition du grisou ; il a pu s'introduire dans ce gaz avec le concours de l'eau. De l'eau chargée d'air a pu, dans certaines conditions, abandonner au grisou les gaz (*) qu'elle tenait en dissolution. On s'expliquerait ainsi que dans le grisou le taux d'argon pour 100 d'azote et argon s'élevât au-dessus de 1,19, chiffre correspondant à l'azote de l'air ; car, pour les deux gaz dissous dans l'eau, le même taux est voisin de 2,7 (**) et, en des circonstances particulières de pression et de température, peut être susceptible d'atteindre le chiffre de 3,28 cité plus haut (***). Il semblerait, en tout cas, bien naturel que l'eau, qui occupe une si grande place dans l'histoire de la houille, eût effectué des échanges gazeux avec le grisou. Elle formerait ainsi cette liaison, assez souple d'ailleurs, dont nous constations tout à l'heure l'existence entre l'azote et l'argon.

---

qui concerne le rapport de l'argon à l'azote, n'aurait pas subi de changement appréciable. Il faut ajouter, pour être complet, que le grisou du Plat-de-Gier avait été capté aussi dans une région d'une sécheresse absolue.

(*) L'oxygène de ces gaz aurait disparu, absorbé, comme on le sait, par la houille.

(**) J'ai trouvé qu'à 23°,5 le rapport de la solubilité de l'argon dans l'eau à la solubilité de l'azote pur était à très peu près 2,3. Dans l'air normal, il y a 1^vol^,19 d'argon pour 100 d'azote et argon ; l'eau saturée d'air doit donc donner : $\frac{\text{argon}}{\text{azote pur}} = 2{,}3 \frac{1{,}19}{100 - 1{,}19} = 0{,}0277$, d'où

$$\frac{\text{argon}}{\text{azote} + \text{argon}} = \frac{0.0277}{1 + 0{,}0277} = 0{,}027.$$

(***) Quand on trouve un taux d'argon inférieur à 1,19 (on a obtenu pour le grisou de Ronchamp 1,09), on peut supposer qu'il s'est mêlé, dans le grisou, à l'azote atmosphérique un peu d'azote provenant des matières végétales. Quand on trouve un chiffre supérieur à 1,19, on peut supposer qu'il s'y est mêlé plus ou moins d'air avec de l'argon et de l'azote dégagés de l'eau ; il n'est guère à supposer que de l'azote libre se soit absorbé.

Notons encore que, dans les temps anciens, le taux d'argon atmosphérique différait peut-être de 1,19 ; notons, enfin, que la pénétration de l'azote et de l'argon dans le grisou est un phénomène qui peut s'accomplir actuellement par le moyen des eaux d'infiltration susceptibles de circuler lentement dans les massifs de houille.

Au reste, l'argon du grisou ne vient pas inévitablement de l'air. Où est la source de l'argon sur notre globe ? On l'ignore. Peut-être en existe-t-il dans les profondeurs des réserves capables de le diffuser autour d'elles. On sait que M. Bouchard et M. Troost en ont trouvé, avec de l'hélium, dans les eaux minérales de Cauterets (*) ; puis, M. Ch. Moureu l'a signalé, encore avec de l'hélium, dans les eaux de Maizières (**) ; ainsi l'argon paraît généralement répandu dans les régions souterraines, comme il l'est dans notre atmosphère ; à ce point de vue, des dosages d'argon sur les gaz si variés qui se dégagent du sol pourraient fournir des vérifications d'un haut intérêt.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1° Dans le plus grand nombre des cas, on a trouvé que la partie combustible du grisou consistait simplement en méthane. Il est arrivé pourtant aussi qu'elle comprît un peu d'hydrocarbure étranger, par exemple de 2 à 4 p. 100 d'éthane.

2° On a toujours rencontré de l'argon dans le grisou ; il y en a aussi dans le gaz de Rochebelle. L'origine de cet argon et de la plus grande partie, sinon de la totalité, de l'azote, doit sans doute être placée en dehors des matériaux de la houille. Quoi qu'il en soit des hypothèses qui ont été indiquées pour expliquer leur présence et leur proportion relative, hypothèses auxquelles je ne m'attache pas beaucoup, il reste, quant à ces deux gaz, un certain nombre de faits bien établis par les recherches qui viennent d'être rapportées ; il reste des déterminations numériques précises dont les géologues tireront peut-être quelque parti.

(*) *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 2e semestre 1895.
(**) *Comptes Rendus*, t. CXXI, p. 819.

NOTE

SUR

LA MINE AUX MINEURS DE RIVE-DE-GIER

(LOIRE)

Par M. DE BILLY, Ingénieur des mines (*).

I

La Société des Houillères de Rive-de-Gier, l'une des quatre associations issues, en 1854, de la Compagnie Civile des Mines de la Loire, avait été, dans les années qui suivirent sa constitution, l'une des plus puissantes du bassin de Saint-Étienne. Mais sa prospérité ne fut pas de très longue durée : le bassin de Rive-de-Gier n'a qu'une faible superficie ; il ne renferme d'ailleurs que trois couches de houille; l'épuisement en fut donc rapide, et il eut des conséquences d'autant plus graves que la direction de l'exploitation technique avait laissé à désirer. Lorsqu'une exploitation est conduite d'une manière suffisamment prévoyante, on peut, par un dépilage méthodique et complet, par une concentration des sièges d'extraction et d'exhaure, et par un perfectionnement constant des moyens mécaniques, tirer de toutes les parcelles du gîte le meilleur parti possible, empêcher le prix de revient et les frais généraux de croître en raison inverse des ressources disponibles, faire en sorte que l'exploitation se poursuive dans des conditions avantageuses, et ne se

(*) Nous devons tous nos remerciements à M. le Contrôleur principal des Mines *Malplat*, dont la collaboration nous a été précieuse dans cette étude.

termine qu'après épuisement complet du gîte et amortissement total de toutes les dépenses : c'est un exemple que donne en ce moment une mine du centre de la France. Telle ne fut pas la ligne de conduite à Rive-de-Gier; les circonstances du passé avaient, il est vrai, rendu moins aisée la tâche du présent. La faible profondeur des couches dans la plupart des régions du bassin et le morcellement du territoire minier en un grand nombre de petites concessions avaient favorisé la création, dès le début du siècle, d'un nombre de sièges d'extraction beaucoup plus considérable que ne l'eût exigé une exploitation rationnelle ; la Société, une fois constituée et propriétaire de la presque totalité du bassin, ne réagit pas contre les anciens errements. La prévoyance et la méthode avaient manqué dans la poursuite des dépilages; aussi, lorsque les ressources vinrent à diminuer, la Société des Houillères se trouva avoir à effectuer une extraction réduite par un nombre de puits considérable, desservant un champ d'exploitation très vaste, composé principalement de vieux travaux peu ou point remblayés, et donnant une venue d'eau énorme.

La carte ci-jointe (Pl. I) indique quelle était, en 1884, la situation des concessions appartenant à la Société des Houillères de Rive-de-Gier. Elles étaient au nombre de quatorze, savoir :

1. — Frigerin ;
2. — Couzon ;
3. — La Verrerie et Chantegraine ;
4. — Les Verchères-Féloin ;
5. — Les Verchères-Fleur-de-Lix ;
6. — Crozagaque ;
7. — Les Combes et Egarande ;
8. — Le Gourd-Marin ;
9. — La Montagne-du-Feu (moins l'enclave de la Chichonne, appartenant à la Société Debuit frères et Raymond) ;
10. — Le Reclus ;

11. — Collenon (moins l'enclave de la Haute-Cappe, appartenant à la Compagnie de la Haute-Cappe) ;
12. — Corbeyre ;
13. — La Cappe ;
14. — Grand'Croix.

La Société avait, en outre, une part de propriété dans la concession de Gravenand, et elle était amodiataire des concessions du Sardon et du Martoret.

La concession de Frigerin, séparée des autres, et située à l'extrémité orientale du bassin, était à ce moment amodiée à la Compagnie des Grandes-Flaches.

Les seize autres concessions formaient, au point de vue de la topographie souterraine et de l'exploitation, trois groupes distincts.

Le bassin de Rive-de-Gier s'allonge du sud-ouest au nord-est, ayant son axe sensiblement parallèle au cours du Gier : au nord et au sud, les couches se relèvent comme le fond de cuvette, lui-même constitué par de la brèche et des micaschistes. Dans le sens transversal, les assises sur lesquelles repose le terrain houiller présentent plusieurs relèvements.

Vers l'ouest, un premier relèvement, parallèle au ruisseau du Dorlay, rejette les couches à la surface, et les fait affleurer suivant une ligne sensiblement perpendiculaire à l'axe du bassin, le long de laquelle elles plongent à l'ouest sous une pente assez forte ; de sorte que, au point de vue des exploitations de la Société des Houillères de Rive-de-Gier, la concession de Grand'Croix, située à l'ouest du Dorlay, forme à elle seule un district isolé des autres concessions.

A l'est du relèvement du Dorlay se trouve un bas-fond, limité par un second relèvement, parallèle au premier, mais moins accentué et ne faisant pas affleurer les couches ; ce bas-fond constituait le district d'Assailly, qui comprenait la concession de Corbeyre, et une partie de celles de la Cappe, de Collenon et du Reclus.

Enfin, les concessions de Couzon, de la Verrerie, de Verchères-Féloin, de Verchères-Fleur-de-Lix, de Crozagaque, des Combes et Egarande, du Gourd-Marin, de la Montagne-du-Feu, de Gravenand, du Sardon et du Martoret, formaient, avec la partie restante de celles du Reclus, de Collenon et de la Cappe, un district correspondant à un même bas-fond topographique. Au point de vue de l'exploitation et de l'épuisement, ce district était absolument isolé des précédents.

Le district de Grand'Croix était exploité par les puits Saint-Louis, Frontignat et Charrin ; le district d'Assailly, par le puits d'Assaïlly et les puits Henry et Collenon. Enfin, dans le district de Rive-de-Gier, l'extraction s'effectuait par les puits Moïse, Sainte-Barbe, d'Égarande, du Château, et par la fendue Pic-Pierre. Mais toutes les concessions de ce district communiquaient entre elles par de vieux travaux, de sorte que l'exploitation actuelle avait à épuiser la totalité des eaux drainées par le district entier; quatre pompes servaient à effectuer cette exhaure : celles des puits Sainte-Colette, d'Égarande, de Grézieux et de la Gerbaudière.

En regard d'un épuisement considérable, l'extraction allait en diminuant. En 1860, lors de ses années de prospérité, la Compagnie de Rive-de-Gier avait extrait de ses diverses concessions 384.000 tonnes de houille; vingt ans plus tard, l'extraction annuelle était tombée à 200.000 tonnes en moyenne. Voici, d'ailleurs, les chiffres correspondant à l'extraction des exercices qui précédèrent la constitution de la Mine aux mineurs.

1880..................	196.578	tonnes
1881..................	210.398	—
1882..................	199.540	—
1883..................	192.862	—
1884..................	170.810	—
1885..................	132.061	—
1886..................	75.274	—

Les ressources n'étaient pourtant pas épuisées. Laissant de côté le district de Grand'Croix, que la Société n'a jamais songé à abandonner, et où se trouve concentrée aujourd'hui toute son exploitation, on peut admettre que le district de Rive-de-Gier contenait alors 1.600.000 tonnes certaines, 900.000 tonnes probables, et peut-être 70.000 tonnes en sus ; et le district d'Assailly, 270.000 tonnes certaines, 30.000 tonnes probables et peut-être 300.000 tonnes en sus; de sorte que le tonnage total restant s'élevait au minimum à 1.870.000 tonnes, très probablement à 2.800.000 tonnes et peut-être même à plus de 3.000.000 tonnes. Sur ce total, 290.000 seulement, immobilisées par les investisons du tunnel de Couzon, de l'église Notre-Dame et de l'hôpital de Rive-de-Gier, ou par leur situation au-dessous de la ville dans les concessions de Couzon, de Combes et Égarande et des Verchères-Feloin ne pouvaient pas être dépilées.

Voici, en quelques mots, comment se répartissait le tonnage disponible dans le district de Rive-de-Gier : l'extraction effectuée depuis 1884 s'est élevée à 265.152 tonnes, dont 92.102 tonnes dans les concessions du Sardon et du Martoret, et 58.207 tonnes dans celle de Collenon. Mais il reste dans le bas-fond du puits Saint-Martin, compris dans la concession du Sardon, tant en Grande Couche qu'en Bâtarde et en Bourrue, des richesses reconnues et en partie tracées qu'on peut, sans exagérer, évaluer à un million de tonnes. A ce tonnage s'ajoute celui que renferme le relèvement Sud des couches, dans la concession du Sardon, actuellement exploitée par la Société Debuit et Raymond, et la région du puits du Bois, richesses non encore entièrement explorées, mais que les données actuelles permettent d'évaluer à 500.000 tonnes. Dans la concession des Verchères-Fleur-de-Lix, restaient, lors de l'abandon du puits Moïse, 50.000 tonnes de charbon,

réparties dans les massifs de cette exploitation en Bâtarde et en Bourrue; le Gourd-Marin en renferme probablement autant, dans les dressants Nord de la Grande-Couche et de la Bâtarde incomplètement déhouillés. La concession de la Cappe comprend, dans la région du puits Saint-André, 21 hectares où la Bâtarde existe et n'a pas été exploitée; même en admettant que les deux tiers de cette zone soient stériles, on y trouverait 225.000 tonnes de houille; enfin, la partie de la concession de Collenon qui appartient au district de Rive-de-Gier renferme l'importante partie vierge où est actuellement l'exploitation de la Société de la Haute-Cappe (puits Brûlé). En ajoutant aux évaluations qui précèdent les prévisions ou les données relatives à des zones non explorées, ou non exploitées, de la Verrerie et de Chantegraine, et au relèvement Sud des couches dans les concessions de Couzon et des Combes et Égarande (région du puits Pic-Pierre), on arrive au total qui a été indiqué plus haut.

Le bassin d'Assailly était moins riche, mais les ressources restantes étaient encore considérables. Outre les 183.276 tonnes qui ont été extraites depuis 1884 et les couches d'affleurement, qu'exploite actuellement la Société civile des Mineurs du Gier dans la concession du Reclus, il restait, dans les bas-fonds de Frèrejean (concessions de la Cappe et de Collenon) et dans ceux d'Assailly (concession du Reclus), où l'ancienne exploitation avait été arrêtée par des incendies, un tonnage qu'on peut évaluer à 150.000 tonnes. Enfin, dans la région mal explorée du puits Saint-Denis (concessions de Collenon et de la Cappe), il existe vraisemblablement une quantité considérable de houille, peut-être 200 ou 300.000 tonnes.

Toutes ces richesses étaient, pour ainsi dire, sous la main, prêtes à être mises en valeur; les unes étaient déjà touchées par les travaux existants; les autres n'eussent exigé que des travaux relativement peu importants pour

être mises en exploitation. Avec l'ensemble de puits et de galeries alors ouverts, avec l'outillage qu'elle possédait, la Compagnie n'avait qu'à faire un faible effort pour ajouter de nouvelles ressources à son champ d'exploitation presque épuisé, et pour faire renaître l'ère des bénéfices.

Dans les conditions où elle se poursuivait, l'exploitation n'était certes pas rémunératrice; mais il eût suffi de quelques transformations rapidement et méthodiquement effectuées, pour boucher les fissures par où s'écoulaient les bénéfices. Au lieu de quatre pompes qui s'échelonnaient dans l'axe de la vallée du Gier, une seule pompe, bien située et bien installée, eût suffi pour tout l'épuisement et eût occasionné des frais bien moindres; cette transformation, combinée avec une activité plus grande apportée dans les glanages, conduits de manière à épuiser successivement les divers quartiers et à réduire le plus rapidement possible le nombre des sièges d'extraction, eût permis d'achever l'exploitation du puits du Château, du puits Moïse, des puits Sainte-Barbe et d'Égarande, peut-être avec bénéfice, assurément sans perte. Et, si l'on eût résolument abordé le déhouillement du bas-fond de Saint-Martin, on y eût fait des bénéfices considérables; après quoi, l'exploitation se serait méthodiquement étendue aux concessions de la Cappe et de Collenon, d'où elle eût assurément tiré un bénéfice rémunérateur.

Depuis 1841, l'Administration des Mines n'avait cessé de conseiller aux divers exploitants de préparer le déhouillement du bas-fond de Saint-Martin; mais rien n'avait été fait. Il n'y avait cependant pas de difficultés considérables à vaincre : le bas-fond de Saint-Martin n'était pas plus profond que celui du puits Sainte-Barbe; il était seulement séparé des autres travaux du bassin par une faille, de sorte qu'il se trouvait isolé du principal champ d'exploitation ; mais, au point où en étaient arrivés

les travaux de la Société des Houillères de Rive-de-Gier, il suffisait de quelques travaux au rocher pour relier la partie la plus basse du quartier de Saint-Martin à la recette d'extraction du puits Sainte-Barbe et à la recette d'épuisement du puits d'Égarande.

Le programme à suivre était donc bien simple : il consistait à hâter le plus possible le dépilage de tout le charbon que pouvaient donner les travaux actuellement ouverts, pousser ce déhouillement en réduisant au minimum les frais généraux, notamment en substituant aux quatre pompes alors en activité une pompe puissamment installée et placée de manière à desservir plus tard l'exploitation du bas-fond de Saint-Martin ; et, pendant ce temps, préparer l'exploitation de ce bas-fond par divers travaux au rocher, et peut-être par des réparations au siège d'extraction de Sainte-Barbe.

Mais, pour réaliser ce programme, il fallait de l'argent, et les ressources de la Société allaient en s'épuisant ; le dernier exercice qui se fût soldé par un bénéfice sérieux était l'exercice 1873 ; depuis lors, sauf en 1880 et 1881 où il y avait eu un excédent de recettes, quoique peu considérable, les divers exercices s'étaient soldés en perte, et on peut évaluer à 130.000 francs le déficit de l'exercice 1883.

Aussi le conseil d'administration décida-t-il, en 1884, de ne pas poursuivre les travaux du district de Rive-de-Gier. Cette décision ne tendait à rien moins qu'à renoncer à des efforts et à des sacrifices qui eussent, sans aucun doute, été couronnés de succès, et à compromettre, peut-être pour toujours, l'exploitation de quantités appréciables d'excellent charbon.

Dès le début de l'année 1885 (l'exercice précédent s'était soldé par un déficit de près de 300.000 francs), le programme convenu reçut un commencement d'exécution. Le 24 janvier, la pompe du puits de la Gerbaudière fut

arrêtée ; le 9 septembre suivant, ce fut le tour de celle du puits Sainte-Colette, et, le 16 janvier 1886, de celle du puits de Grézieux. Il ne restait donc en fonctionnement, à cette date, que la pompe du puits d'Égarande. Progressivement, les eaux avaient envahi les travaux, abandonnés avant même d'être menacés par l'inondation. C'est ainsi que furent successivement arrêtées, malgré les ressources restantes, encore considérables, qui ont été signalées plus haut, les exploitations du puits Moïse et de la fendue Pic-Pierre (31 mars 1885) et du puits du Château (15 janvier 1886). Les seuls sièges d'extraction en activité, dans le district de Rive-de-Gier, étaient donc, au début de 1886, les puits Sainte-Barbe et d'Égarande.

Cette situation émut l'Administration ; et, par un arrêté de M. le préfet de la Loire, en date du 10 février 1886, la Société des Houillères de Rive-de-Gier était mise en demeure de faire connaître, à bref délai, si elle était dans l'intention d'abandonner les travaux dont les eaux étaient précédemment épuisées par les pompes arrêtées ; et, dans le cas où elle n'en aurait pas l'intention, de présenter des explications indiquant de quelle façon elle comptait assurer la poursuite de l'exploitation, malgré l'arrêt de trois pompes d'épuisement.

La réponse de la Société, datée du 17 février, portait qu'il n'avait été pris jusqu'à ce jour aucune mesure ayant pour but l'abandon de tout ou partie de ses mines ; que, les ressources de la Compagnie ne permettant plus de faire face aux dépenses importantes occasionnées par les pompes en activité, elle avait dû suspendre la marche de trois pompes, et qu'elle allait adresser à M. le préfet de la Loire les explications détaillées avec plans à l'appui, faisant connaître la marche qu'elle comptait adopter pour la continuation de son exploitation.

Le mémoire ainsi annoncé fut envoyé à M. le préfet de la Loire, daté du 22 février 1886. Le directeur y expo-

sait qu'il y avait de fortes raisons pour croire que les eaux précédemment épuisées par les pompes de la Gerbaudière, Sainte-Colette et Grézieux, ne pourraient pas trouver de passage pour se rendre dans les travaux de Sainte-Barbe et d'Égarande; que, d'ailleurs, la pompe d'Égarande, n'ayant pas atteint sa limite de puissance, pourrait sans doute les épuiser, aidée au besoin par une exhaure par bennes faite au puits Moïse.

De pareilles assertions étaient discutables. Cependant, comme le seul programme raisonnable, pour la Société des Houillères de Rive-de-Gier, consistait à concentrer en un seul point toute l'exhaure du district Est, et que le puits d'Égarande était convenablement situé pour l'établissement de ce siège d'épuisement; que, d'autre part, un ancien arrêté, en date du 24 octobre 1863, imposait à la Société des Houillères l'installation d'une nouvelle pompe dès que l'entretien d'eau normal et journalier dans l'ensemble du bassin d'Égarande atteindrait le chiffre de 15.000 hectolitres par jour, l'Administration ne crut pas devoir intervenir.

Le résultat de l'arrêt des trois pompes ne se fit pas longtemps attendre; malgré l'accélération de la pompe d'Égarande et l'installation d'un épuisement par bennes au puits Moïse, la venue d'eau augmentait progressivement, et, notamment pendant le mois de juin, le niveau s'éleva au puits d'Égarande, d'autant que des réparations à la pompe nécessitèrent des arrêts dans l'épuisement; le 1er juillet, après un arrêt de deux jours, les eaux montèrent au point d'obstruer le chemin d'air de l'entrée basse du puits Sainte-Barbe qui, malgré tous les efforts et spécialement un épuisement par bennes au puits Sainte-Barbe destiné à aider celui du puits Moïse, ne put être reconquise; les derniers travaux d'exploitation au puits Sainte-Barbe et au puits d'Égarande ont donc été arrêtés depuis le 29 juin 1886.

Le 10 juillet intervenait un arrêté préfectoral, mettant en demeure la Société des Houillères de Rive-de-Gier de remettre en activité tout ou partie des pompes précédemment arrêtées, de la Gerbaudière, de Sainte-Colette et de Grézieux.

La Compagnie répondit par un long mémoire, daté du 20 juillet, où elle se défendait d'avoir compromis la conservation d'une seule tonne des richesses houillères de ses concessions : ne possédant pas de ressources suffisantes pour faire face aux frais d'épuisement, elle avait dû arrêter ses pompes; mais cette mesure constituait un acheminement vers l'aménagement du bas-fond de Saint-Martin, dont l'exploitation ne pouvait se faire qu'après l'établissement d'un nouveau puits et d'une nouvelle pompe, transformation qui nécessitait la cessation temporaire de toute exploitation dans le groupe de Rive-de-Gier.

Une pareille thèse paraissait peu admissible. La préparation du bas-fond de Saint-Martin et la concentration de tout l'épuisement en un seul siège puissamment outillé n'étaient nullement incompatibles avec l'achèvement des travaux actuels; et, d'autre part, il paraissait très difficile, sinon impossible, de prendre plus tard, par cette nouvelle exploitation, le charbon abandonné dans les travaux de Sainte-Barbe et d'Égarande. D'ailleurs, les actes de la Société des Houillères de Rive-de-Gier paraissaient peu concorder avec ses réponses.

Malgré ses déclarations antérieures, elle avait arrêté, puis démonté les pompes de Sainte-Colette, de la Gerbaudière et de Grézieux, n'ignorant pas que la pompe d'Égarande ne pouvait suffire à épuiser toute la venue d'eau du district, et elle avait ainsi préparé l'abandon de ses travaux de Sainte-Barbe et d'Égarande, sans avoir rempli aucune des formalités prescrites par le décret du 3 janvier 1813 et en se mettant dans l'impossibilité de reprendre cette

exploitation à bref délai en cas d'injonction de l'Administration. D'ailleurs, le mémoire de la Compagnie ne paraissait prévoir que pour un avenir plus ou moins éloigné la mise en exploitation du bas-fond de Saint-Martin. Or, ainsi qu'il a été dit plus haut, tout retard apporté dans l'exécution de ce projet était une véritable faute technique.

Le moment paraissait, d'autre part, favorable pour entreprendre ce travail. La Société des Houillères de Rive-de-Gier invoquait sa pénurie de ressources pour justifier l'arrêt des pompes et le retard apporté à la préparation du bas-fond de Saint-Martin. Or, il paraissait, vers le milieu de 1886, que ses disponibilités allaient bientôt s'accroître d'une somme considérable, par suite du rachat, récemment voté par le Parlement, du canal de Givors, dont la plupart des actions étaient entre les mains de la Compagnie.

Quant aux dépenses d'installation de la nouvelle pompe et aux charges d'épuisement, elles apparaissaient comme devant être fort inférieures aux anciennes évaluations. Des calculs basés sur la marche des quatre anciennes pompes, sur le rendement desquelles on avait d'ailleurs commis une erreur importante, avaient conduit à fixer à 4.800 mètres cubes par vingt-quatre heures l'épuisement moyen du district de Rive-de-Gier. L'expérience faite à Égarande à la suite de l'arrêt des trois autres pompes démontra que ce chiffre ne dépassait probablement pas 3.500 mètres cubes. Et, en admettant même que ce chiffre fût inférieur à la moyenne, et en acceptant le chiffre de 4.000 mètres cubes proposé par le Service des Mines, on obtenait un épuisement facile à opérer, à la profondeur de ces travaux, par une seule pompe dont l'installation n'eût pas dépassé quelques centaines de milliers de francs.

Il n'y avait donc pas à hésiter; le devoir de l'Administration était d'imposer à la Société des Houillères l'exécution immédiate de l'article 6 de l'arrêté du 24 oc-

tobre 1863. — C'est ce qui fut fait par l'arrêté du 10 août 1886, ainsi conçu :

« Le Préfet de la Loire.....

« Considérant qu'à la suite de l'arrêt des trois pompes de la Gerbaudière, Sainte-Colette et Grézieux, la Société des Houillères de Rive-de-Gier, en réponse à la mise en demeure qui lui a été notifiée par l'arrêté préfectoral du 10 février 1886, a déclaré, par la lettre de son directeur en date du 17 février 1886, n'avoir point pour but l'abandon de l'exploitation dans la région de Rive-de-Gier; que, depuis lors, cette Société n'a d'ailleurs rempli aucune des formalités qui lui sont imposées par l'article 21 des clauses générales de concession et les articles 8 et 9 du règlement du 3 janvier 1813, avant de procéder à cet abandon;

« Considérant que, par suite de l'arrêt des trois pompes de la Gerbaudière, Sainte-Colette et Grézieux, la pompe d'Egarande, même aidée par des épuisements par bennes faits au puits Moïse et au puits Sainte-Barbe, s'est trouvée impuissante à combattre la venue des eaux ;

« Que les eaux ont ainsi monté peu à peu au point que tous les travaux de la Société des Houillères de Rive-de-Gier dans les concessions de Combes et Égarande, du Martoret et du Sardon, ont dû être évacués ;

« Considérant que la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier s'est placée ainsi dans le cas prévu par l'article 6 de l'arrêté préfectoral du 24 octobre 1863, ainsi conçu :

« *Art.* 6. — Dès que l'entretien normal et journalier
« (moyenne des six derniers mois et en dehors de toute
« comparaison possible avec l'année 1856 comme période
« pluvieuse) atteindra le chiffre de 15.000 hectolitres pour
« l'ensemble du bassin d'Égarande, les exploitants seront

« mis en demeure, sans autre instruction nouvelle, de « créer un second centre d'épuisement. Dans le délai de « six mois après la constatation de 15.000 hectolitres, « cet épuisement sera établi au point qui sera désigné « d'office par l'ingénieur des Mines et conformément aux « règles de la loi du 27 avril 1838, en tenant compte de la « fusion de plusieurs mines en une seule Compagnie ; »

« Considérant que l'arrêté préfectoral du 24 octobre 1863 est toujours en vigueur, qu'il y a lieu dès lors de faire exécuter aujourd'hui la mesure prescrite par l'article 6 de cet arrêté, si la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier persiste à maintenir l'épuisement dans des conditions telles que le cas prévu par l'article 6 subsiste toujours ;

« Considérant d'ailleurs que, dans son mémoire du 26 juillet 1886, la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier, loin de faire aucune objection contre l'installation d'une pompe nouvelle, proclame elle-même l'excellence de cette solution ;

« Considérant toutefois que, tant que la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier se trouve substituée aux lieu et place des concessionnaires du Martoret et du Sardon pour l'exploitation de ces deux concessions, il n'y a pas lieu d'appliquer la loi de 1838 et de faire désigner d'office par l'Administration le point où sera établi le nouveau centre d'épuisement ;

« Arrête :

« *Art.* 1er. — La Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier est mise en demeure d'avoir soit à remettre en marche tout ou partie des pompes de la Gerbaudière, Sainte-Colette et Grézieux, conformément à l'arrêté préfectoral du 10 juillet 1886, soit à se conformer à l'article 6 de l'arrêté préfectoral du 24 octobre 1863, si elle persiste

à maintenir dans le bassin d'Égarande les conditions d'épuisement prévues par cet article.

« *Art.* 2. — Si la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier adopte cette seconde solution, elle devra en aviser M. le préfet de la Loire, dans un délai de quinze jours après la notification du présent arrêté.

« *Art.* 3. — Dans ce cas elle devra, dans un délai de six mois après la notification de cet arrêté, présenter à l'approbation de l'Administration un projet pour l'installation d'un nouveau centre d'épuisement.

« *Art.* 4. — Expédition du présent arrêté sera adressée, etc. »

La Société des Houillères répondit à cette injonction en arrêtant, le 1er septembre, la pompe d'Égarande, et en adressant à M. Laur, alors député de la Loire, le 2 septembre, une lettre par laquelle elle déclarait abandonner à ses anciens ouvriers douze de ses concessions. Nous reviendrons sur ce document dans la suite de la présente note.

II

Pendant que se poursuivaient, entre l'Administration et la Société des Houillères de Rive-de-Gier, les discussions qui viennent d'être rapportées, il s'était produit, parmi la population ouvrière et dans la presse locale, un mouvement de protestation contre les agissements de la Compagnie. Cette agitation avait été organisée, si l'on peut ainsi parler, par le Syndicat des Mineurs de Rive-de-Gier.

Ce syndicat s'était constitué dès 1878. A son origine, il comprenait environ 290 membres; mais, à la suite de divers incidents, le nombre des membres était allé en diminuant; et, en 1882, se trouvait réduit à 13. Les évé-

nements qui se succédèrent de 1884 à 1886 dans le bassin de Rive-de-Gier, et l'arrêt successif des travaux de la Société des Houillères, lui fournirent l'occasion de recruter de nouveaux membres, d'étendre son champ d'action, et d'entrer en lutte ouverte contre la Compagnie, aux dépens de laquelle il réclamait la rétrocession aux ouvriers syndiqués des concessions inexploitées.

Après l'arrêt de la pompe de la Gerbaudière, du puits Moïse et de la fendue Pic-Pierre, la Chambre syndicale des Mineurs du bassin houiller de Rive-de-Gier affirma sa politique par le programme voté dans l'assemblée générale du 31 mai 1885; au printemps de 1886, le Syndicat comptait déjà 95 membres; en février 1887, après l'arrêt définitif des travaux du groupe Est des concessions de la Société des Houillères, il en comptait 127, et 40 noms de candidats étaient inscrits au tableau des adhérents.

Sa situation avait été régularisée dès avant l'abandon complet des travaux de Rive-de-Gier, par le dépôt à la mairie de Rive-de-Gier de ses statuts, dont récépissé lui fut délivré à la date du 2 septembre 1886.

En présence de l'attitude de la Compagnie, de l'arrêt successif des pompes d'épuisement, et des mesures, telles que le démontage de ces machines, qui préparaient ostensiblement l'arrêt de toute l'exploitation, malgré les mises en demeure de l'Administration et alors qu'il subsistait, au vu et au su de tout le monde, des richesses houillères importantes dans les travaux qu'on se disposait à noyer, il ne devait pas être difficile d'émouvoir l'opinion publique en faveur des victimes de l'arrêt mal justifié de cette exploitation. De là à réclamer la déchéance de la Compagnie, à revendiquer la rétrocession de la propriété minière aux mains de ceux qui la mettaient en valeur par leur pénible travail, il n'y avait qu'un pas, aisé à franchir. Tel est, en quelques mots, le résumé de la campagne que soutint principalement, à partir du mois d'avril, le Syn-

dicat, puissamment aidé par divers journaux de la région.

Dès le 26 avril 1886, le Syndicat avait adressé aux députés du département de la Loire une protestation énergique contre les agissements de la Compagnie qui voulait inonder ses mines. Le 7 juin suivant, il faisait insérer dans le *Lyon Républicain* une protestation non moins vive.

Ces plaintes trouvaient de l'écho hors du bassin de Saint-Étienne. Un délégué du Syndicat, qui avait été porter à Paris, le 29 mars 1886, un mémoire adressé aux pouvoirs publics, avait trouvé bon accueil auprès de divers membres du Parlement, dont quelques-uns vinrent à Rive-de-Gier étudier sur place la situation, et s'employèrent ensuite à soutenir, par la voie des journaux et par des démarches personnelles, les réclamations du Syndicat.

Là se borna, d'ailleurs, toute la campagne contre la Société des Houillères de Rive-de-Gier. Il a été question, dans certaines publications, de « manifestations ouvrières » : une émotion assez vive suivit, dans le milieu ouvrier, l'arrêt du puits Sainte-Barbe; mais les manifestations paraissent s'être bornées à l'envoi d'une délégation auprès du directeur.

C'est ainsi que se propagea et s'enracina, dans le bassin de Rive-de-Gier, l'idée d'une mine aux mineurs, à constituer au profit des membres du Syndicat des Mineurs de Rive-de-Gier. Il faut toutefois reconnaître que ce syndicat, qui portait haut le drapeau des victimes de l'arrêt des travaux de Rive-de-Gier, et qui prétendait, en réclamant pour ses adhérents la propriété des concessions en litige, défendre les droits des anciens ouvriers de ces exploitations, ne comprenait parmi ses membres qu'un très petit nombre de ceux que les mesures prises par la compagnie avaient privés de travail. Quelques chiffres officiels en font foi.

Pendant le quatrième trimestre de 1885, le nombre des ouvriers mineurs occupés dans les communes de Saint-Joseph, Rive-de-Gier, Saint-Genis-Terre-Noire, Lorette et Cellieu était de 881 ; pendant le quatrième trimestre 1886, il n'y en avait plus que 574. Le nombre des ouvriers congédiés à la suite de l'arrêt des travaux de la Société des Houillères peut donc être évalué à la différence entre ces deux chiffres, soit 307. Sur ce nombre, une centaine trouvèrent du travail dans la région de Grand'Croix : le nombre d'ouvriers occupés aux mines dans les communes de Grand'Croix et Saint-Paul se trouva en effet passer, dans la période qui nous occupe, de 1.148 à 1.242 ; un certain nombre s'expatrièrent ; d'autres, propriétaires dans les environs, restèrent chez eux ; d'autres, enfin, trouvèrent du travail au curage du canal de Givors, de sorte qu'en février 1887 le service des Mines évaluait à une cinquantaine le nombre de ceux qui, depuis la fermeture des mines, n'avaient pas trouvé à s'embaucher. Le chômage forcé de 50 ouvriers était certes un malheur digne d'intérêt ; mais il y avait loin de là à la calamité dont s'émouvait, sur des rumeurs fort exagérées, l'opinion publique, même en dehors du bassin de la Loire.

Quant à la prétention du Syndicat de représenter et de défendre les intérêts de tous les ouvriers ainsi frappés, elle paraît singulièrement exagérée, si l'on considère que, tandis que le nombre des ouvriers mineurs de ce district diminuait de plus de 300 et passait de 881 à 574, le syndicat ne gagnait que 35 membres nouveaux, et ne comptait, en février 1887, que 127 adhérents, auxquels il faut joindre, pour la comparaison dont il s'agit, les 40 candidats dont il a été question plus haut.

Mais, si la presse grossissait le nombre d'infortunes à soulager, et si le Syndicat exagérait son importance en prétendant abriter toutes les victimes de l'arrêt des

mines, il n'en est pas moins certain que l'opinion publique s'était laissé émouvoir et gagner à l'idée d'une mine aux mineurs en faveur des membres de ce syndicat. Est-ce la pression de cette opinion qui entraîna la décision du conseil d'administration de la Société des Houillères? Crut-il, en y cédant, se mettre à l'abri des incessantes observations et des menaces de l'Administration, tout en se réhabilitant aux yeux du public par un acte qui pût être considéré comme généreux ? ne fit-il que se laisser aller à un accès d'humeur dont il se repentit dans la suite? ou bien plutôt ne se laissa-t-il pas déterminer par des calculs assez maladroits ; et, fermement décidé à ne rien abandonner de ses concessions, ne chercha-t-il pas simplement à donner une satisfaction à l'opinion publique, à forcer l'Administration à différer l'exécution de sa menace, tout en s'assurant la conservation de ses concessions par l'insertion, dans l'offre faite aux ouvriers, de clauses qu'il jugeait inexécutables ? Toujours est-il que, peu de jours après que la Compagnie eut reçu notification de l'arrêté du 23 août, le 2 septembre 1886, le journal *la France* publia la lettre suivante, signée du directeur de la Société des Houillères :

« Monsieur Laur,

« Le conseil d'Administration de la Société des Houil-
« lères de Rive-de-Gier me charge de vous dire qu'il
« consent dès aujourd'hui (sauf la ratification obligée de
« son assemblée générale, l'autorisation gouvernementale
« et celle des trois autres groupes faisant partie de
« l'ancienne Société des Mines de la Loire, s'il y a lieu) à
« abandonner la propriété en faveur du Syndicat des
« Mineurs de Rive-de-Gier, légalement autorisé, des
« concessions de Collenon, Reclus, la Cappe (moins une
« réserve en partie basse constituant le champ d'exploi-

« tation du puits Saint-Denis et située à l'ouest de la « faille de Frèrejean), Gravenand, la Montagne-du-Feu, « Crozagaque, la Verrerie et Chantegraine, Gourd-« Marin, les deux Verchères, Combes et Égarande, et « Couzon (pour ces deux dernières la Compagnie se ré-« serve naturellement l'indemnité qui lui est due par la « Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, affaire en instance « devant le conseil de préfecture).

« Le Syndicat acceptera naturellement de remplir toutes « les charges inhérentes à la propriété de ces concessions, « c'est-à-dire qu'il est substitué purement et simplement « aux lieu et place de la Compagnie concessionnaire.

« Les ouvriers mineurs, en attendant l'autorisation « gouvernementale et la ratification de l'assemblée géné-« rale, peuvent, dès aujourd'hui, pénétrer dans les travaux « et prendre toutes leurs dispositions pour l'exploitation, « sous la surveillance de l'Administration. Tous les travaux « nécessaires à l'exploitation des concessions encore dé-« tenues par la Compagnie seront conservés et respectés.

« Le 2 septembre 1886. »

Le 12 octobre suivant, eut lieu à Lyon une assemblée générale extraordinaire des actionnaires de la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier, convoqués à l'effet de délibérer sur le rachat du canal de Givors par l'État et sur l'abandon de diverses concessions au Syndicat des Mineurs de Rive-de-Gier. M. Laur, député de la Loire, représentant le syndicat, assistait à cette réunion, où le président du conseil d'administration lut un rapport dont la partie relative à la cession des concessions aux mineurs était ainsi conçue (*) :

(*) Extrait du journal *la Bourse Lyonnaise*, du 17 octobre 1886.

« Sous le coup de l'arrêté du 23 août 1886, dont l'exécution entraînait la ruine de la Société, nous avons dû prêter l'oreille aux propositions suivantes :

« Cédez au Syndicat des Mineurs les mines abandonnées par la Compagnie. Ces mines, inexploitables pour vous, peuvent encore, entre les mains du Syndicat des Mineurs, donner lieu à une exploitation fructueuse.

« Vous savez, Messieurs, pourquoi l'exploitation de ces concessions ne peut plus être pour nous qu'une exploitation ruineuse. M. le ministre des Travaux publics, éclairé par la décision du corps le plus éminent des ingénieurs de l'État, l'a déclaré lui-même.

« Mais le Gouvernement peut, au contraire, donner aux nouveaux concessionnaires plus de liberté dans le choix du champ de leurs extractions et dans le mode qu'ils croient favorable. Il peut encore, aux termes de l'article 38 de la loi de 1810, leur accorder remise partielle ou totale de la redevance proportionnelle.

« Nous n'avons pas à rechercher s'ils sont fondés à espérer d'autres faveurs ; mais il nous a semblé que, puisque les concessions allaient tout au moins rester inertes dans nos mains, et cependant grevées encore de certaines charges, nous ne pouvions refuser d'en faire l'abandon en faveur d'une population ouvrière qui se disait en mesure d'en tirer profit.

« Nous n'avions à examiner ni le côté théorique ni le côté pratique du programme : la *mine aux mineurs*. Nous nous sommes souvenus seulement que ces ouvriers, dont M. Laur voulait servir les intérêts, avaient travaillé avec nous, prospéré avec nous dans des temps meilleurs, et qu'aujourd'hui ils souffrent comme nous de la crise de l'industrie houillère.

« Nous avons également pensé que ces mines, improductives entre nos mains, soit pour nous-mêmes, soit pour l'extinction de la dette commune, seraient peut-être

exploitables par les ouvriers; que rien donc, à ce point de vue, ne s'opposait à cette cession.

« D'autre part, les mines, constituant une propriété disponible et transmissible comme tous les autres biens (aux termes de l'article 7 de la loi de 1810), nous agissons, en les cédant, dans la plénitude de nos droits; mais nous estimons indispensable pour nous d'obtenir l'agrément des pouvoirs publics.

« C'est pourquoi nous avons expressément réservé l'approbation du Gouvernement.

« Toutefois, nous n'avons pas oublié que nous avions avant tout le devoir de sauvegarder vos intérêts, et nous avons mis à cet abandon notamment les conditions que nous allons vous faire connaître :

« 1° Le Syndicat acceptera de remplir toutes les charges inhérentes à la propriété de ces concessions, c'est-à-dire qu'il est substitué purement et simplement aux lieu et place de la Compagnie avec l'autorisation de l'État;

« 2° Tous les travaux nécessaires à l'exploitation des concessions encore détenues par la Compagnie seront conservés et respectés;

« 3° Est également réservée l'indemnité qui peut être due par les exploitants de la Haute-Cappe, pour l'extraction opérée dans Collenon;

« 4° Est encore réservée pour Combes-Égarande et Couzon l'indemnité due par la Compagnie du chemin de fer Paris-Lyon-Méditerranée;

« 5° Enfin, le conseil d'administration conserve le droit d'imposer aux concessionnaires toutes les clauses utiles pour la sauvegarde des intérêts de la Compagnie et des trois autres groupes qui constituent avec elle l'ancienne Société des Mines de la Loire.

« En conséquence, et sous les conditions énoncées cidessus, nous vous proposons de voter la résolution suivante :

« Le conseil d'administration de la Société des Houil-
« lères de Rive-de-Gier et, pour lui, son président, est
« autorisé à faire abandon au Syndicat des Mineurs de
« Rive-de-Gier des concessions dont la désignation suit :
« concessions de Collenon, Reclus, Gravenand, Montagne-
« du-Feu, Crozagaque, Verrerie et Chantegraine, Gourd-
« Marin, les Verchères-Féloin, les Verchères-Fleur-de-
« Lix, Combes et Égarande, Couzon et Pic-Pierre. »

Le vote de l'assemblée, acceptant les propositions du conseil, et la lettre du directeur de la Compagnie à M. Laur sont les deux seuls documents qui aient été publiés, relatifs à l'abandon des concessions aux mineurs. Mais leur caractère officiel en faisait de véritables titres, et le Syndicat s'en prévalut dans la suite au cours des difficultés qu'il eut avec la Compagnie.

Il était impossible, à toute personne quelque peu au courant des affaires de la Société des Houillères, de ne pas remarquer la légèreté avec laquelle avaient été rédigés des documents d'une pareille importance. La lettre du directeur à M. Laur fait allusion à un procès pendant au sujet des concessions de Couzon et des Combes et Égarande : or, l'indemnité due par la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée pour la concession de Couzon était réglée, depuis le 25 janvier 1848, par une convention conclue entre la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée et les concessionnaires ; et le procès en cours ne concernait que Combes et Égarande. Elle mentionnait, parmi les concessions promises aux mineurs, celle de Gravenand qui, loin d'appartenir entièrement à la Société des Houillères de Rive-de-Gier, était la propriété d'une société divisée en 64 parts, dont la Société des Houillères de Rive-de-Gier ne possédait que 34, amodiées d'ailleurs pour quinze ans, depuis 1883, à MM. Debuit frères et Raymond, propriétaires d'autres parts de cette Société. La proposition soumise par le conseil à l'assemblée générale, et votée

par elle, mentionnait toujours Gravenand; mais la Cappe n'y figurait plus, et à sa place se trouvait Pic-Pierre, nom d'un quartier de la concession déjà nommée des Combes et Égarande, et non d'une concession distincte. Enfin, les deux documents portaient promesse de cession de la concession de Collenon, qui se trouvait amodiée et en exploitation !

On voit que la promesse de cession, dans les termes où elle était conçue, par deux documents non concordants et présentant tous deux des inexactitudes, était grosse de difficultés juridiques. Mais les mineurs, en possession de ces titres, entendaient s'en prévaloir de suite. Dès le 11 septembre, le secrétaire du syndicat adresse à l'ingénieur des Mines une lettre portant déclaration d'ouverture de travaux dans la concession du Reclus, et, le 25 septembre, une lettre portant déclaration d'ouverture de travaux dans celle de la Montagne-du-Feu; et l'exploitation est aussitôt entreprise. Au Reclus, trois fendues sont ouvertes sur les affleurements de la Grande Couche; dont deux, ne rencontrant que de vieux travaux, sont bientôt abandonnées, mais dont la troisième, baptisée du nom de la généreuse donatrice, Mme Arnaud de l'Ariège, devient le siège d'une exploitation assez importante ; à la Montagne-du-Feu, deux anciennes fendues sont reprises: l'une (fendue Dumas) est vite abandonnée; mais l'autre (fendue des Peupliers) se poursuit avec assez d'activité. Le 23 septembre, le nombre d'ouvriers syndiqués occupés à ces travaux est de 11 ; le 26 novembre, il est de 47 ; et, le 5 janvier 1887, il atteint 59.

Une telle précipitation n'était pas pour plaire à la Société de Rive-de-Gier; et, dès le 28 septembre 1886, malgré la clause de la lettre de M. Raveaud à M. Laur, spécifiant que les ouvriers pouvaient « dès aujourd'hui pénétrer dans les travaux et prendre leurs dispositions

pour l'exploitation », la Compagnie protestait auprès de M. le préfet de la Loire contre les agissements du Syndicat. Et, le 5 février 1887, le président du conseil d'administration adressait au Syndicat une lettre où il le sommait d'arrêter les travaux, mettant en avant l'inexécution par le Syndicat des clauses renfermées dans la promesse de cession, et ajoutant à ce prétexte l'importance des dégâts de surface occasionnés par les travaux litigieux.

Voici le texte de cette lettre :

SOCIÉTÉ ANONYME
DES
HOUILLÈRES
DE
RIVE-DE-GIER

Lyon, le 5 février 1887.

« *Au Syndicat des Mineurs de Rive-de-Gier*

« Sur la demande de M. Laur, agissant comme votre représentant, le conseil d'administration des Houillères de Rive-de-Gier a demandé et a reçu de l'assemblée générale extraordinaire des actionnaires les pouvoirs nécessaires pour abandonner au Syndicat des Mineurs de Rive-de-Gier, sous l'exécution de certaines conditions, plusieurs concessions de mines.

« Depuis cette époque, le Syndicat des Mineurs, non seulement n'a rempli aucune des conditions qui devaient précéder la prise de possession, mais il a poursuivi, et il poursuit encore sans aucun droit l'exploitation d'affleurements de couches dans les concessions du Reclus et de la Montagne-du-Feu.

« Cette exploitation, faite toute à la surface du sol, a déjà causé des dégradations sérieuses aux propriétés voisines, et les propriétaires qui nous ont adressé leurs

plaintes vont actionner la Compagnie en paiement de dommages-intérêts.

« Le conseil d'administration informe le Syndicat que la Compagnie des Mines de Rive-de-Gier n'entend pas laisser subsister plus longtemps un semblable état de choses.

« Le Syndicat des Mineurs est donc invité à cesser immédiatement tout travail, tant au Reclus qu'à la Montagne-du-Feu.

Pour le conseil d'administration des Houillères de Rive-de-Gier.

Le Président. »

Il est certain que le maintien du *statu quo* pouvait occasionner à la Société des Houillères un réel dommage, par suite de la responsabilité qu'elle conservait, jusqu'à la régularisation de la cession promise, des charges de toute nature pouvant grever les concessions dont elle restait propriétaire en droit. Mais des trois clauses insérées dans sa promesse de cession, l'une, l'autorisation gouvernementale, était inutile : l'Administration n'aurait en effet eu à intervenir que s'il s'était agi de division ou de fusion de concessions, ce qui n'était pas le cas. La seconde, l'autorisation des trois Compagnies issues, comme la Société de Rive-de-Gier, de l'Ancienne Compagnie de la Loire, pouvait être nécessaire à cause de l'hypothèque qui grevait toutes ces concessions, du fait de la dette commune aux quatre Compagnies ; mais c'était à la Société des Houillères à la provoquer. Le Syndicat n'était donc responsable que d'avoir tardé à régulariser sa situation, en constituant entre ses membres une société civile ; mais un simple retard ne pouvait être un motif de résolution d'une promesse aussi solennelle ; quant aux dégâts faits à la surface, ils pouvaient s'évaluer à 500 francs environ. Les menaces de la Société des Houillères n'étaient donc pas sérieuses.

Elles n'émurent d'ailleurs nullement le Syndicat, qui poursuivit ses travaux sans s'inquiéter de la lettre précitée. Mais, quelques mois plus tard, les choses prirent subitement un caractère aigu.

Parmi les concessions promises par la Société des Houillères au Syndicat, se trouvait celle de Collenon, que les ouvriers convoitaient d'une manière toute particulière, à cause des importantes ressources en charbon qu'elle renfermait. Déjà, avant la lettre de M. Raveaud à M. Laur, ils l'avaient revendiquée, en la faisant à tort figurer parmi les concessions inexploitées, dans une lettre adressée à M. le préfet de la Loire, où ils réclamaient la déchéance de la Compagnie et la rétrocession au Syndicat de celles de ses propriétés qu'elle ne mettait pas en valeur. Ils résolurent, vers le milieu de 1887, de faire acte de prise de possession de cette concession, et, le 22 juillet, le Syndicat adressa à l'ingénieur des Mines une lettre portant déclaration d'ouverture des travaux.

Ces travaux furent entrepris dès le 23 juillet : ils consistaient dans le déblaiement d'un ancien puits, portant les noms de puits Sainte-Hélène ou Saint-Irénée. Une première fois la Compagnie les fit détruire ; le 1er août, ils furent repris par les ouvriers syndiqués. Le 10, la Compagnie envoya des ouvriers pour les remblayer; pendant qu'ils procédaient à ce travail, arrivèrent les syndiqués, qui refusèrent de se retirer, renvoyèrent les ouvriers de la Compagnie et continuèrent leur exploitation.

Saisie de ce litige par la Société des Houillères, l'Administration refusa d'intervenir dans des disputes qui ne regardaient que les tribunaux. La Compagnie, qui, devant l'attitude des ouvriers syndiqués, avait dû retirer ses gardes du puits Saint-Irénée, assigna le Syndicat devant le juge de paix. Un jugement par défaut, rendu le 2 septembre 1887, condamna les sieurs Peillon et Barbier, représentant le Syndicat, à payer à la Compagnie une

indemnité de 150 francs et à déguerpir. Peillon et Barbier firent opposition à ce jugement, le 21 septembre; le 22, un nouveau jugement confirma celui du 2 septembre. Ils interjetèrent alors appel, sans pour cela cesser leurs travaux. Par un jugement, en date du 6 août 1888, le tribunal civil de Saint-Étienne réforma la sentence du juge de paix, déclarant le premier tribunal incompétent, et renvoyant les parties devant les juges qui devaient en connaître. Mais cette affaire n'eut pas de suite : au moment où le tribunal de Saint-Étienne rendait ce jugement, s'ouvrait un procès d'une bien autre importance.

Au printemps de 1888, les travaux du puits Saint-Irénée furent abandonnés ; et, dans la même concession de Collenon, le Syndicat entreprit le déblaiement du puits Saint-Étienne et le creusement d'une fendue au voisinage de l'orifice de ce puits. Le 7 juin, la Société des Houillères de Rive-de-Gier voulut frapper un grand coup; et, malgré la lettre publiée partout, malgré les clauses de la proposition solennellement votée dans l'assemblée générale du 12 octobre 1886, elle écrivit à M. le préfet de la Loire pour lui demander de « la débarrasser du syndicat qui exploitait sur ses concessions ».

Une seconde fois, l'Administration, jugeant que cette affaire était du ressort des tribunaux, refusa d'intervenir; la Société s'adressa au procureur de la République. Alors s'engagea, entre la Société des Houillères de Rive-de-Gier et le Syndicat, le grand procès qui devait consolider les droits de la Mine aux Mineurs.

Le tribunal civil de Saint-Étienne rendit, le 29 mai 1889 (*), un jugement en faveur des ouvriers. Ses considérants s'appuyaient principalement sur la nature toute spéciale du contrat constitué par l'abandon des douze concessions par la Société de Rive-de-Gier, contrat qui n'avait pas

(*) V. *Annales des Mines*, partie administrative, 1891, p. 391.

les caractères juridiques d'une donation, puisqu'il s'agissait d'un abandon de biens improductifs, mais qui rentrait dans la formule *do ut facias*.

Ce contrat était parfaitement valable aux yeux du tribunal, sauf exécution des trois clauses expressément désignées ; mais l'inexécution de ces conditions n'ayant pas été indiquée comme suspensive, les droits des ouvriers demeuraient entiers, et il y avait seulement lieu de leur assigner un délai pour se mettre en règle, et par son dispositif le jugement leur donnait un délai de six mois pour se constituer en société civile et obtenir l'autorisation gouvernementale, et déboutait la Société de Rive-de-Gier de sa demande.

La Compagnie de Rive-de-Gier interjeta appel. De leur côté, les ouvriers syndiqués se hâtèrent de se mettre en règle : le 13 octobre suivant, la « Société civile des Mineurs du Gier » se trouvait constituée par acte notarié. Dès avant le jugement du tribunal civil de Saint-Étienne, le 6 mai, le Syndicat avait adressé au ministre des Travaux publics une demande en autorisation de posséder les concessions à lui cédées par la Compagnie de Rive-de-Gier, et cette demande fut renouvelée par la Société civile, le 6 février 1890. Mais, à ces deux demandes, le ministre répondit que le tribunal de Saint-Étienne, comme le conseil d'administration de la Société de Rive-de-Gier, avait commis une erreur au point de vue du droit minier : que la cession de concession, d'après la loi de 1810, pouvait s'effectuer sans autorisation du Gouvernement, et que l'Administration n'avait pas à intervenir dans cette affaire.

La Cour d'appel de Lyon statua sur ce litige, le 26 mars 1891 (*). L'arrêt proclama l'inutilité de l'autori-

(*) V. *Annales des Mines*, partie administrative, 1891, p. 402.

sation gouvernementale réclamée par le tribunal de Saint-Étienne et, confirmant en ses parties essentielles le jugement du 29 mai 1889, il proclama la validité de la cession, dont le point de départ était la lettre du 2 septembre 1886, ratifiée par l'assemblée générale du 12 octobre 1886, tenant compte, dans ses considérants, de ce que l'association de fait, à laquelle le tribunal de Saint-Étienne avait reconnu des droits, s'était transformée en une *société civile à capital variable dont le nombre a plus que doublé depuis sa fondation, et qui reste ouverte à tous les travailleurs honnêtes qui accepteront ses statuts;* et de ce que la Société avait, par son travail, transformé en valeur ce qui lui avait été abandonné ne valant rien, et avait constitué un capital de réserve.

Par l'arrêt du 26 mars 1891, la Société civile se trouvait « devenue propriétaire » des concessions à elle abandonnées sous les désignations et aux conditions déterminées et ratifiées par l'assemblée générale du 12 octobre 1886.

Cette désignation comprenait, ainsi qu'on l'a vu plus haut, la concession de Pic-Pierre, qui n'existe pas, et celle de Gravenand, à laquelle l'arrêt ne pouvait s'appliquer, puisque la Compagnie de Rive-de-Gier n'avait jamais eu sur elle que des droits partiels, et que, depuis l'assemblée générale du 12 octobre 1886, elle avait passé en totalité, par suite d'une vente judiciaire, entre les mains de MM. Debuit et Raymond. Mais la Société civile des Mineurs du Gier devenait propriétaire des dix concessions suivantes : Couzon, la Verrerie, les Verchères-Feloin, les Verchères-Fleur-de-Lix, Crozagaque, les Combes et Égarande, le Gourd-Marin, la Montagne-du-Feu, le Reclus et Collenon.

Il semblait qu'à partir de ce moment l'ère des difficultés juridiques dût être close pour la Société civile. Il n'en fut rien ; et, durant les années qui suivirent, elle eut encore

à se débattre contre de sérieuses difficultés, dues : les unes, à l'attitude de la Société des Houillères de Rive-de-Gier ; et les autres, à des dissensions avec les membres du Syndicat restés en dehors d'elle.

III

Parmi les concessions promises au Syndicat par la Société des Houillères de Rive-de-Gier, et devenues, par suite de l'arrêt de la Cour de Lyon, propriétés de la Société civile des Mineurs du Gier, figurait celle de Collenon. Cette concession était exploitée, avant 1886, par la Société de la Haute-Cappe, qui était propriétaire d'une enclave, et pour une partie du restant amodiataire de la Société des Houillères. Les travaux qu'effectuait cette Société par le puits des Orès communiquaient avec ceux du district de Rive-de-Gier. Aussi l'arrêt des pompes eut-il pour conséquence de les faire envahir par les eaux : l'inondation commença le 8 décembre 1887 ; et, le 28 décembre, tous les travaux étaient évacués. Aussitôt la Société de la Haute-Cappe reprit des pourparlers avec la Société des Houillères pour obtenir une nouvelle amodiation en remplacement de l'ancienne qui, d'ailleurs, n'expirait que le 31 juillet 1889 ; ce furent ces pourparlers, dont le bruit se répandit dans le public, qui décidèrent le Syndicat à faire acte de prise de possession et à entreprendre, dans la concession de Collenon, les travaux dont il a été question plus haut. Mais, au moment où le Syndicat entrait ainsi en lutte avec la Société des Houillères, les pourparlers étaient sur le point d'aboutir et, dès le 7 avril 1888, un nouveau traité, d'une durée de quinze ans, accordant une amodiation plus étendue que la précédente, sans toutefois comprendre l'ensemble de la concession, fut signé entre la Compagnie de la Haute-Cappe et la Société des Houillères.

La Compagnie de la Haute-Cappe se mit aussitôt à l'œuvre. Elle commença par effectuer, à l'ouest de la faille de Vellerut, dans la partie de la concession de Collenon qui se trouve dans le bassin d'Assailly, au voisinage des affleurements, une exploitation qui se poursuivit, par le puits Collenon et la fendue Chaize, jusqu'au mois d'octobre 1893. A cette époque, elle s'était décidée à tenter la reprise de la partie noyée. Effectuant à elle seule, par le puits Rivat, l'exhaure que la Société des Houillères s'était déclarée impuissante à effectuer, elle parvint à abaisser le niveau de l'eau au-dessous de la communication la plus basse entre les anciens travaux de Collenon et ceux du district de Rive-de-Gier. En même temps, elle avait repris et approfondi un nouveau puits d'extraction, le puits Brûlé, et une fendue d'aérage, la fendue Simon ; et aujourd'hui, ces travaux préparatoires achevés, elle est en mesure d'exploiter, dans des conditions faciles, un important massif de charbon de qualité supérieure.

La location à des tiers du droit d'exploiter une pareille richesse, alors que la propriété en était solennellement promise au Syndicat, constituait, de la part de la Société des Houillères, un acte dolosif au plus haut chef. Et l'arrêt de la Cour de Lyon, en consacrant les droits de propriété de la Société civile sur la concession de Collenon, lui ouvrait une action en dommages-intérêts contre la Société des Houillères.

Cette action se trouva confondue dans un nouveau procès qu'intenta la Société des Houillères de Rive-de-Gier contre la Société civile.

L'arrêt de la Cour d'appel de Lyon avait été accepté par la Société des Houillères, qui ne s'était pas pourvue en cassation. Mais cet arrêt déclarait la Société des Mineurs du Gier purement et simplement substituée à la Société des Houillères de Rive-de-Gier dans tous les droits et

charges inhérents aux concessions que cette dernière lui avait cédées. Que fallait-il entendre par ces termes : « charges inhérentes aux concessions cédées » ? La Société des Houillères assigna la Société civile en remboursement de toutes indemnités de surface par elles payées, pour les concessions cédées, depuis le 2 septembre 1886. La Société civile répondit par une demande reconventionnelle, où elle introduisait ses griefs au sujet de Collenon. La Société réclamait, en effet :

1° Toutes les redevances perçues par la Société des Houillères de Rive-de-Gier, depuis le 2 septembre 1886, des amodiations existant dans les concessions cédées ;

2° Pour les amodiations faites après le 2 septembre 1886, tous les bénéfices réalisés par les amodiataires ;

3° Pour les mêmes amodiations, une indemnité pour privation du bénéfice que les mineurs auraient pu réaliser dans l'avenir, s'ils avaient exploité eux-mêmes aux lieu et place des amodiataires.

Le tribunal de Saint-Étienne, par un jugement en date du 14 mars 1892, débouta la Société des Houillères de ses prétentions, déclarant la Société des Mineurs responsable seulement des dégâts produits par ses propres travaux ; au contraire, il acceptait les conclusions de la Société des Mineurs et nommait trois experts pour évaluer le montant de l'indemnité qui lui était due.

La première partie de ce jugement, déférée en appel par la Société des Houillères, fut confirmée par l'arrêt de la Cour de Lyon du 21 juin 1893, et un pourvoi en cassation, introduit par la Société des Houillères, fut rejeté par l'arrêt du 24 juillet 1894.

Les experts désignés par le jugement du 14 mars 1892 déposèrent leur rapport le 29 mai 1894 ; leurs conclusions évaluaient à plus de 250.000 francs le montant de l'indemnité due aux mineurs. Mais une transaction

amiable, intervenue le 2 avril 1895, mit fin à cette longue série de procès. La Société civile se contentait d'une somme de 145.000 francs, payable en partie lors de la signature de l'acte et pour le reste à des échéances déterminées; et tous les anciens différends étaient effacés.

Cette transaction eut une conséquence heureuse pour la Société des Mines de la Haute-Cappe. Cette Compagnie se trouvait amodiataire pour quinze ans d'une partie de la concession de Collenon, par le traité du 7 avril 1888 ; un traité, conclu avec la Société civile, le 6 mai 1895, lui assura l'amodiation de l'ensemble de cette concession pour une durée de trente-huit ans, moyennant une somme, une fois payée, de 64.000 francs.

D'autre part, la Société des Houillères de Rive-de-Gier, reconnaissante des bons offices de la Compagnie de la Haute-Cappe, dont la médiation n'avait pas peu contribué à faire aboutir le compromis du 2 avril 1895, lui accorda, par un traité signé le 4 avril, l'amodiation des concessions de la Cappe et de Corbeyre.

Si la Société civile n'avait eu à soutenir que des procès de la nature de ceux qui viennent d'être rapportés ; si elle avait seulement eu à lutter contre la mauvaise foi et le mauvais vouloir de concessionnaires qui cherchaient à revenir sur des engagements solennels, puis à réduire dans la mesure du possible les inconvénients résultant pour eux de ces promesses, elle eût assurément mérité toute la sympathie des spectateurs impartiaux. Mais, dans les difficultés qui lui furent suscitées, il y eut autre chose que des démêlés avec la Société des Houillères de Rive-de-Gier.

La loi de 1884 interdit aux syndicats de posséder des immeubles; ainsi la promesse de cession de la Société des Houillères ne pouvait avoir d'effet que si le syndicat se transformait, ou, du moins, si ses membres organisaient

entre eux une Société légalement constituée pour posséder, acquérir et exploiter des concessions de mines. Peu de temps après la promesse de cession de la Société des Houillères, les ouvriers syndiqués avaient cru se mettre en règle en élaborant un *Contrat social*, qui fut signé par 121 membres, le 24 février 1887. Ce pacte instituait entre les mineurs de Rive-de-Gier, signataires du contrat, une *Association dans le but d'exploiter les mines cédées par la Société anonyme des Houillères de Rive-de-Gier*. Cette association, dont la dénomination était : *Syndicat professionnel ouvrier des mineurs de Rive-de-Gier*, et dont le siège était fixé au siège de la chambre syndicale des Mineurs de Rive-de-Gier, devait durer jusqu'à l'épuisement des gîtes. Son avoir se composait des concessions et de l'outillage existant ; la propriété de ces concessions et de cet outillage était collective : il n'y avait aucun titre ni action ; les bénéfices devaient appartenir *à l'association et à tous les membres au prorata de leur travail ;* en cas de démission, toujours possible à donner par simple déclaration écrite, la jouissance de la propriété collective demeurait aux membres restants. De même que le Syndicat, l'Association ne devait pas avoir de président; elle était dirigée par un comité exécutif, surveillé par une commission de contrôle. Le comité exécutif devait avoir un secrétaire, qui fut le secrétaire du Syndicat.

Cette association, qui ne rentrait dans aucune des formes prévues par les lois sur les sociétés, ne répondait évidemment pas aux exigences de la loi de 1884. Aussi le tribunal de Saint-Étienne, dans son jugement, tout en reconnaissant des droits acquis à la *société de fait* constituée par les ouvriers syndiqués, lui prescrivait de se transformer en société régulière, dans un délai de six mois. C'est au cours des négociations qui précédèrent la constitution de la Société civile qu'éclatèrent de graves dissensions entre les membres du Syndicat.

On a vu que, au moment où la Société de Rive-de-Gier se résolut, en 1884, à abandonner une partie de ses exploitations, l'importance du Syndicat se trouvait extrêmement réduite. Les menaces de la Compagnie lui donnèrent une nouvelle impulsion. A la date de la promesse de cession, le 2 septembre 1886, il comprenait 89 membres, dont 40 faisaient partie du personnel de la Société des Houillères, et 49 travaillaient dans les exploitations de la Compagnie des Grandes-Flaches, ou de Compagnies voisines. Ce furent principalement les 40 ouvriers de la Société des Houillères qui, après l'arrêt définitif des travaux, furent occupés aux exploitations qu'ouvrit le Syndicat, au Reclus et à la Montagne-du-Feu. L'accroissement d'importance de ces travaux amena de nouveaux membres au Syndicat. Le pacte social du 24 février 1887 fut signé par 121 membres, dont 72 travaillaient dans les exploitations du Syndicat, et 49 dans les Compagnies voisines ; lors du jugement du 29 mai 1889, le Syndicat comprenait 120 membres, dont 71 occupés dans ses propres travaux et 49 au dehors.

Entre ces deux catégories de membres, les uns travaillant dans les mines du Syndicat, les autres restés depuis 1886 dans celles où ils avaient été occupés jusqu'à ce jour, une sourde hostilité n'avait pas tardé à se manifester. Il est vrai que la Société des Houillères avait fait abandon de ses concessions au *Syndicat des Mineurs de Rive-de-Gier*, et non à telle ou telle partie de ses membres, ni même plus particulièrement aux anciens ouvriers de la Société. Mais ceux qui, depuis 1886, avaient travaillé dans les nouvelles exploitations, fait des avances de salaires et encouru des risques, trouvaient injuste d'avoir à partager, avec ceux qui avaient continué à travailler ailleurs, le bénéfice de la réalisation de la promesse de cession de la Compagnie.

De leur côté, les membres restés hors de l'exploitation

du Syndicat critiquaient vivement la gestion de l'entreprise. Ceux qui la dirigeaient effectivement furent d'autant plus blessés de ces attaques que, sous les reproches qu'on leur adressait, ils croyaient discerner le désir de supplanter la direction exécutive de l'association.

L'animosité des deux partis en vint à tel point que la majorité travaillant dans les mines du Syndicat résolut d'exclure la minorité de la Société qu'il s'agissait de créer; et, pour arriver à leurs fins, ils se proposèrent d'éliminer progressivement de l'association, constituée par le pacte de 1887, tous ceux qui ne travaillaient pas avec eux.

Dès le mois d'avril 1889, le fondateur du Syndicat avait été exclus, sous prétexte qu'il était en retard dans les versements de ses cotisations. Les autres furent successivement éliminés au mois de juin, sous le même prétexte.

Les membres exclus s'empressèrent de protester : ils voulurent payer l'arriéré de leurs cotisations ; mais, quand ils se présentèrent au siège de la chambre syndicale, ils en trouvèrent la porte fermée, et ils n'eurent d'autre ressource que d'aller verser leurs cotisations chez un huissier. Mais les portes de l'association leur restèrent closes ; et, lorsque la « Société civile des Mineurs du Gier » se constitua définitivement, le 13 octobre 1889, à Lorette, elle se composait exclusivement des 71 ouvriers occupés aux travaux du Syndicat et restés membres de l'association du pacte de 1887.

La minorité du Syndicat essaya de protester. La Société civile fut assignée en restitution des archives et des fonds du Syndicat ; restitution fut ordonnée, malgré la plaidoirie de leur défenseur, qui soutint que les demandeurs constituaient un syndicat différent du syndicat primitif, à qui avait été faite la promesse de cession, et la Société civile rendit à ses adversaires les archives, et une somme de 1.469 francs sur 2.276 francs alors en caisse.

Mais ce n'était qu'une faible satisfaction. Ce que voulaient les membres exclus, c'était, soit une transformation de la Société civile, soit leur propre entrée dans cette Société, qui ne devait, à leurs yeux, être légalement constituée que du jour où elle comprendrait tous ceux à qui s'appliquait la promesse de la Société des Houillères. La Société resta sourde à leurs réclamations; ils demandèrent alors appui à l'Administration; le 14 juin 1889, trois ouvriers évincés adressèrent au préfet de la Loire une protestation contre les agissements de l'association des mineurs. L'Administration ne pouvait leur faire qu'une réponse: c'est que des tribunaux seuls relevait la question de savoir si telle ou telle personne faisait partie de l'association de fait, à laquelle le jugement du 29 mai 1889 reconnaissait des droits sur les concessions cédées.

Mais le Syndicat, craignant de compromettre, avec la cause de la Société civile, celle de tous les ouvriers autrefois unis dans le pacte de 1887, hésitait à poursuivre l'affaire sur ce terrain et à intervenir dans le procès actuellement en appel. La Cour de Lyon se trouva donc fondée, n'étant saisie d'aucune opposition, à considérer la Société civile, *ouverte*, d'après les statuts, *à tous les travailleurs honnêtes qui accepteront ses statuts*, comme valablement constituée conformément au jugement du tribunal de Saint-Étienne, et la déclara propriétaire des concessions cédées par la Société des Houillères.

S'il se refusait à plaider, le Syndicat, reconstitué, n'en poursuivait pas moins ses négociations avec la Société civile. Celles-ci demeurèrent infructueuses ; décidé à soutenir, malgré tout, ses droits à la possession des concessions que lui avait promises la Société des Houillères, le Syndicat en vint, en 1891, dès avant l'arrêt de la Cour de Lyon, à des résolutions extrêmes.

En janvier 1891, des travaux furent ouverts par le Syndicat dans la concession de la Montagne-du-Feu ; au

mois d'avril, il entreprit, dans celle des Combes et Égarande, une galerie de recherche, au rocher. En même temps, il adressait au préfet une protestation contre la Société civile.

Il se produisit alors, dans les milieux ouvriers du bassin de Rive-de-Gier, une agitation comparable à celle de 1884-1886, et dont le contre-coup ne fut pas moindre dans la presse et dans le Parlement.

Pendant quelque temps, on put espérer qu'une transaction aboutirait: que le Syndicat se constituerait en Société civile et obtiendrait de la Société de Lorette cession d'une ou plusieurs de ses concessions; mais les négociations furent rompues. Les membres du Syndicat refusaient de constituer une Société distincte, affirmant leur droit d'être admis dans celle de Lorette ; la Société civile, de son côté, refusait d'admettre les membres de l'ancienne minorité, et, plutôt que de les recevoir, elle embauchait des ouvriers auxiliaires. Finalement, elle en vint à les assigner en déguerpissement des concessions des Combes et Égarande et de la Montagne-du-Feu ; par un jugement du 2 avril 1894, le tribunal civil de Saint-Étienne ordonna ce déguerpissement, dans un délai de quarante-huit heures. Usant alors de la même tactique qui avait réussi contre la Société des Houillères, les défendeurs interjetèrent appel, pendant que le Syndicat poursuivait ses travaux; 17 de ses membres, signataires du pacte social du 24 février 1887, intervinrent dans le procès par une tierce opposition.

Ainsi que cela était à prévoir, cette tierce opposition fut rejetée par un arrêt du 24 juillet 1895 : les droits de propriété de la Société civile avaient été proclamés par la Cour; toute protestation contre les conséquences de cet arrêt était donc tardive et ne pouvait réussir. En juin 1896, la Cour de Lyon, statuant sur le fond de l'affaire, confirmait purement et simplement le jugement du 2 août 1894.

Avant même cet arrêt, le Syndicat s'était décidé à changer de tactique. Renonçant à des protestations qui peut-être eussent été prises en considération, si elles avaient été présentées avant l'arrêt du 26 mars 1891, c'est sur un autre terrain qu'il porta la lutte. Tout en poursuivant ses travaux, il adressa à M. le préfet de la Loire, en date du 24 juillet 1895, une demande à l'effet d'obtenir la déchéance de la Société civile, pour défaut d'exploitation, espérant qu'après la mise en déchéance il pourrait acquérir, par voie d'adjudication, une ou plusieurs des concessions que la Société civile laissait inexploitées; et qu'il lui serait loisible de se constituer en société pour les mettre en valeur.

Le Syndicat a même été plus loin ; et, sans attendre le résultat de sa demande en déchéance, il a constitué entre ses membres, le 17 septembre 1896, une Société civile anonyme, à capital et personnel variables, dans le sens de la loi du 24 juillet 1867, modifiée par celle du 1er août 1893. Quel sera le résultat de cette résolution tardive ? Il est difficile de le prévoir. L'Administration n'a encore, croyons-nous, pris aucune décision au sujet de la mise en déchéance éventuelle de la Société de Lorette ; et aucun arrangement amiable ne paraît avoir chance d'aboutir entre les deux Sociétés ouvrières rivales; et toutes deux restent sur leurs positions, qui n'ont, au point de vue pécuniaire, comme nous allons le voir, rien de particulièrement encourageant.

IV

Nous ne nous sommes occupé jusqu'à présent que du côté juridique de l'histoire de la mine aux mineurs de Rive-de-Gier. Il reste à examiner comment la Société de Lorette et le Syndicat ont exploité les gisements dont ils avaient pris possession.

Comme il a été dit plus haut, c'est le 11 septembre 1886 que le secrétaire du Syndicat envoya au Service des Mines la déclaration d'ouverture des travaux du Reclus, et, le 25 septembre, celle des travaux de la Montagne-du-Feu.

Ces travaux ne pouvaient être que d'une importance minime, car le Syndicat ne possédait pour ainsi dire aucune ressource. Sans doute, la campagne de presse faite par divers journaux en faveur des victimes de l'arrêt des exploitations de Rive-de-Gier avait provoqué un certain nombre de dons; mais, six mois après le début de l'exploitation des mineurs, ces dons ne dépassaient pas 4.000 à 4.500 francs, chiffre absolument dérisoire, en regard des frais qu'exige le moindre travail d'aménagement d'une mine. Aussi le Syndicat se trouvait-il dans l'impossibilité d'entreprendre la moindre installation ; et il dut se borner à pratiquer des glanages aux affleurements.

Les anciennes exploitations du bassin de Rive-de-Gier, presque toutes faites par piliers et galeries, ont abandonné au milieu des vides, aujourd'hui comblés par suite d'éboulements, des quantités appréciables de charbon, qu'il est souvent avantageux de rechercher, surtout au voisinage des affleurements. En d'autres points, des champs d'exploitation d'une certaine étendue ont été laissés partiellement intacts, abandonnés par suite d'incendies ou de tout autre cause; enfin, il n'est pas rare, grâce à l'allure irrégulière des couches de Rive-de-Gier, que des lambeaux vierges soient découverts, par des recherches actuelles, non loin d'anciennes exploitations qui n'en avaient pas soupçonné l'existence. Ces diverses circonstances expliquent qu'il puisse être avantageux de pratiquer, au voisinage des affleurements, des glanages dans les vieux travaux. C'est, en somme, ce que font, à l'exception de quatre ou cinq mines plus importantes, toutes les entreprises aujourd'hui existantes dans le district de Rive-de-Gier. Grâce à la modicité des frais généraux, et malgré

l'élévation de la main-d'œuvre, ces diverses exploitations parviennent à joindre les deux bouts, souvent même, jusqu'à ces dernières années, à donner des bénéfices. Il était donc tout naturel que les mineurs s'engageassent dans cette voie, et que, pressés de faire acte de possession, ils décidassent d'entreprendre des glanages qui n'exigeaient, pour travaux de premier établissement, que des dépenses insignifiantes, et qui pouvaient, avec de l'énergie, si la chance les favorisait, leur laisser un raisonnable bénéfice.

Trois fendues (galeries suivant la pente de la couche) furent entreprises au Reclus, et deux autres à la Montagne-du-Feu.

Au Reclus, deux de ces fendues furent bientôt arrêtées; la troisième, qui reçut le nom de Mme Arnaud de l'Ariège, rencontra d'anciens travaux de Bâtarde, où l'exploitation avait été incomplète; et, bien que la couche n'eût que $0^m,35$ de puissance, les glanages s'y poursuivirent jusqu'à la fin de 1887; à cette date, les travaux furent reportés d'une manière presque complète dans un lambeau vierge de Bourrue, découvert au-dessous de la Bâtarde, et dont la puissance atteignait $1^m,50$.

A la Montagne-du-Feu, l'une des fendues fut arrêtée après quelques mètres d'avancement; l'autre servit à effectuer des glanages dans un lambeau de Bâtarde, puissant de 1 mètre à $1^m,10$. En 1887, un travers-bancs découvrit des lambeaux vierges de Grande Couche, abandonnés entre des parties incendiées, où l'exploitation se poursuivit activement jusqu'en 1889 et se continue encore aujourd'hui, bien que sur une échelle réduite.

Pour remplacer cette exploitation, on tenta d'en ouvrir une autre dans la concession de Couzon; mais ces travaux, commencés en 1889, durent être arrêtés en 1890.

C'est alors que la Société civile reprit, dans la concession du Reclus, un ancien puits abandonné, le puits Girard, qui avait servi à exploiter incomplètement le relèvement Sud

de la Grande Couche, dans sa partie en dressant. Deux niveaux furent ouverts, à 94 mètres et 132 mètres de profondeur, et les traçages permirent d'effectuer des glanages assez considérables et même de trouver des lambeaux vierges de charbon.

Le puits Girard est actuellement le seul travail important que poursuivent les mineurs de Lorette. On est en train d'ouvrir une communication entre cette exploitation et celle de la fendue Arnaud de l'Ariège.

Si la Société civile n'avait eu, pour subsister, que les ressources produites par son exploitation, elle aurait depuis longtemps dû renoncer à la lutte. Les tableaux suivants, où sont renfermés divers renseignements sur le personnel occupé, la production annuelle et les résultats financiers de l'entreprise, sont par eux-mêmes suffisamment convaincants et se passent de commentaires :

NOMBRE MOYEN DES OUVRIERS OCCUPÉS.

ANNÉES	RECLUS		MONTAGNE-DU-FEU		COUZON	
	INTÉRIEUR	EXTÉRIEUR	INTÉRIEUR	EXTÉRIEUR	INTÉRIEUR	EXTÉRIEUR
1886.......	30	5	10	3	»	»
1887.......	24	8	28	2	»	»
1888.......	50	12	18	4	»	»
1889.......	65	15	3	1	9	2
1890.......	64	15	»	»	6	1
1891.......	84	24	»	»	»	»
1892.......	83	27	»	»	»	»
1893.......	66	22	»	»	»	»
1894.......	53	17	»	»	»	»
1895.......	49	21	»	»	»	»
Moyennes...	56,8	16,6	»	»	»	»

PRODUCTION.

ANNÉES	RECLUS	MONTAGNE-DU-FEU	COUZON
	tonnes	tonnes	tonnes
1886.............	336	189	»
1887.............	3.860	4.050	»
1888.............	7.400	1.800	»
1889.............	9.928	175	354
1890.............	9.732	»	684
1891.............	9.862	»	»
1892.............	12.710	»	»
1893.............	8.903	»	»
1894.............	8.483	»	»
1895.............	5.122	»	»
Totaux.........	76.336	6.214	1.038

RÉSULTATS FINANCIERS.

1° *Reclus.*

ANNÉES	DÉPENSES							RECETTES
	SALAIRES	FOURNITURES	FRAIS de 1er établissement	OCCUPATIONS de terrains. DÉGATS	REDEVANCES tréfoncières	FRAIS généraux	TOTAUX	Valeur de la production
	francs	francs	francs	francs	francs	francs	francs	francs
1886....	9.054	2.699	»	»	»	12	11.765	5.481
1887....	29.700	11.218	8.130	287	700	345	50.380	33.900
1888....	62.000	27.670	»	80	»	2.600	92.350	91.500
1889....	82.215	33.520	»	300	»	5.000	124.035	129.474
1890....	74.880	43.771	27.635	4.350	»	4.327	154.963	147.663
1891....	140.103	38.211	12.646	616	»	9.550	201.126	191.299
1892....	141.177	51.165	2.130	4.090	2.562	15.225	216.349	194.681
1893....	115.707	39.378	220	4.012	»	11.848	171.165	147.336
1894....	95.208	39.853	»	4.268	»	12.134	151.463	129.896
1895....	78.133	30.508	»	979	»	13.487	123.107	79.554
Totaux..	831.177	317.993	50.761	18.982	3.262	74.528	1.296.703	1.141.784

RÉSULTATS FINANCIERS.

2° *Montagne-du-Feu.*

ANNÉES	DÉPENSES							RECETTES
	SALAIRES	FOURNITURES	FRAIS de 1er établissement	OCCUPATIONS de terrains. DÉGATS	REDEVANCES tréfoncières	FRAIS généraux	TOTAUX	Valeur de la production
1886..	6.464	1.301	»	»	»	10	7.775	3.083
1887..	32.350	11.300	»	»	950	»	44.600	35.235
1888..	19.800	9.140	»	110	»	650	29.700	25.200
1889..	4.730	1.186	»	100	»	175	6.191	1.943
TOTAUX.	63.344	22.927	»	210	950	835	88.266	65.471

RÉSULTATS FINANCIERS.

3° *Couzon.*

1889..	6.184	1.880	2.040	600	»	562	11.266	4.956
1890..	7.738	3.064	»	1.135	»	315	12.252	10.294
TOTAUX.	13.922	4.944	2.040	1.735	»	877	23.518	15.250

Ainsi, la Société du Reclus a constamment travaillé à perte ; en dix ans d'existence, le déficit d'exploitation, pour 83.588 tonnes produites, s'élève à 185.992 francs, soit 2 fr. 20 par tonne.

A quelle cause faut-il attribuer ces déplorables résultats? Aux conditions du gisement? Dans une certaine mesure, cela n'est pas douteux. Mais les mêmes conditions se retrouvent dans la plupart des exploitations de cette partie du bassin de Rive-de-Gier, et, à force d'énergie, on en vient à bout. Prenons pour base de comparaison l'exercice 1894, où la production, au Reclus, s'est élevée à 8.500 tonnes ; le prix de revient de la tonne de houill , durant cet exer-

cice, est ressorti comme suit :

	fr.
Main-d'œuvre au fond.............	8,70
— au jour.............	2,95
Fournitures........................	4,10
Dépenses accessoires (dont 1f,50 de frais généraux).................	2,10
Total...........	17,85

Le charbon était d'assez bonne qualité, puisque le prix moyen de vente a été de 15 fr. 30 ; mais, grâce aux dépenses d'exploitation si élevées, la perte s'élevait à 2 fr. 50 par tonne.

Or, il est évident que les conditions spéciales de ce gisement, où l'exploitation consiste principalement en glanages, occasionnent des dépenses élevées ; mais, dans des exploitations voisines, placées dans des conditions analogues, on trouvait, pour l'exercice 1894, des frais de main-d'œuvre au fond de 7 francs au maximum, correspondant à une production nette de 660 kilogrammes par poste d'ouvrier au fond, tandis qu'au Reclus cette proportion ne dépassait pas 480 kilogrammes. Au jour, les frais de main-d'œuvre, dans les concessions voisines, variaient entre 1 fr. 75 et 2 francs ; quant aux fournitures, au lieu de 4 fr. 10, on trouvait, dans les concessions voisines, des prix variant de 1 fr. 50 à 3 fr. 50.

Il est donc certain que des économies eussent été possibles au Reclus. Certes, il serait injuste de comparer les résultats de cette exploitation à ceux d'une grande mine et d'en tirer une conclusion au sujet du principe de la mine aux mineurs : les deux situations ne seraient pas comparables ; mais il est permis d'affirmer que, placés dans des conditions analogues à celles de bien des petites mines de Rive-de-Gier, les mineurs de Lorette n'ont manifesté ni l'énergie au travail, ni la discipline sévère

qui assurent le succès; et que leurs propres fautes, plus que les difficultés d'exploitation, ont occasionné les déficits.

Quelles sont donc les ressources qui ont permis à la Société de subsister malgré ces pertes considérables? Elles proviennent de deux sources différentes : les subventions du dehors et les revenus des amodiations. Tout d'abord, il convient de remarquer que la perte réelle est moindre que ne l'indiquent les chiffres précédents ; car nos tableaux ont été établis en supposant payé le salaire théorique de 5 francs par jour ; or, un grand nombre de payes ont été incomplètes, et probablement faudrait-il retrancher du total de la perte une somme assez forte, représentant une créance de salaires.

Mais les subventions n'ont pas fait défaut à la Société civile. La propagande faite par les journaux, lors des premiers démêlés avec la Société des Houillères, avait attiré aux mineurs de nombreuses sympathies, entre autres celle de M[me] Arnaud de l'Ariège ; le 15 février 1887, le syndicat déclarait avoir obtenu 4.425 francs de subventions diverses; depuis lors, on peut estimer à 14.000 francs les sommes reçues, tant sous forme de subventions annuelles que sous celle de dons exceptionnels, notamment en 1892 et durant l'hiver 1893-1894.

En ce qui concerne les amodiations, on a vu, dans la première partie de cette étude, comment avait été réglé le différend soulevé sur cette question. La Société de Rive-de-Gier a consenti à payer à la Société civile une somme de 145.000 francs, dont 45.000 comptant, 30.000 francs par un effet payable le 31 décembre 1895, et le reste par sept effets de 10.000 francs chacun, payables de six mois en six mois, à partir du 30 juin 1896. A ces ressources viendront s'ajouter celles provenant de l'amodiation, à la Société de la Haute-Cappe, des concessions de la Cappe et de Corbeyre.

Il est hors de doute que, sans ces diverses ressources,

étrangères à l'exploitation, la Société civile eût été depuis longtemps contrainte à se dissoudre.

Tout autre a été l'énergie des ouvriers exclus par la Société civile, lors de sa constitution. Lorsque le Syndicat entreprit son exploitation, en janvier 1891, il avait en caisse 1.600 francs et 1.000 francs de subvention du Syndicat de Grand'Croix. Dans la concession de la Montagne-du-Feu, une fendue fut ouverte, où furent occupés 8 ouvriers, produisant journellement 5 à 6 tonnes dans les glanages de Bâtarde. Dans celle des Combes et Égarande, une galerie au rocher fut entreprise en avril 1891, qui recoupa le charbon en décembre ; depuis lors, 14 ouvriers, en moyenne, y ont été occupés, produisant environ 4 tonnes par jour. Dans des conditions analogues à celles du Reclus, sinon pires, au point de vue de la richesse du gîte et des conditions d'exploitation, les mineurs ont réussi à payer, sans contracter de dettes, tous les frais d'extraction, et à régler les salaires à peu près intégralement ; ce n'est que depuis le milieu de 1895 qu'il a fallu opérer des réductions sur ce dernier chapitre.

Voici comment peuvent se résumer, si nous sommes bien informé, les opérations du Syndicat depuis le début de son exploitation jusqu'à la fin de l'année 1895 :

Extraction totale (Montagne-du-Feu, Combes et Égarande)............	10.500 tonnes
Produit total des ventes...........	136.000 francs
Dépenses d'exploitation............	148.000 —
Prix de revient de la tonne de houille.	14 fr. 20
Prix de vente moyen..............	13 francs
Déficit total......................	12.000 francs

Ces 12.000 francs représentent des salaires dus, des marchandises non encore payées ; ils comprennent aussi les fonds que possédait le Syndicat, lors de l'ouverture des travaux.

V

La coopération de production est aujourd'hui à l'ordre du jour ; et c'est sous la forme de la Mine aux mineurs qu'elle passionne le plus l'opinion publique. L'exemple de Rive-de-Gier n'est assurément pas pour fortifier dans leur confiance ceux qui ont confiance dans le succès de pareilles entreprises.

On a vu, dans la première partie de cette étude, quelle était la valeur des concessions abandonnées au Syndicat par la Société des Houillères de Rive-de-Gier. Sans doute, l'exploitation d'une partie de ces richesses exigeait des capitaux, mais il était facile de constituer ces capitaux par l'exploitation de la partie du gîte voisine de la surface. Pour tirer un parti avantageux des ressources restant aux affleurements, il suffisait de suivre l'exemple des nombreux exploitants qui, aujourd'hui encore, dans la partie orientale du bassin de Rive-de-Gier, se bornent à poursuivre des glanages dans les anciens travaux abandonnés ; exploitations des plus simples, pour lesquelles il n'est besoin ni d'installations coûteuses, ni de connaissances techniques ; simples travaux d'entrepreneurs, en somme, qui nécessitent seulement une main-d'œuvre habile et exercée. Avec de l'activité, une application soutenue, une concorde parfaite et une stricte discipline, les mineurs du Gier ne pouvaient manquer de réussir, et les bénéfices de cette première exploitation leur eussent permis d'en entreprendre une plus difficile, mais aussi plus rémunératrice.

Le succès dépendait exclusivement d'une réunion de qualités qui toutes ont fait défaut ; livrés à eux-mêmes, dans des concessions devenues leur propriété, les mineurs ont fait preuve d'une ardeur au travail absolument insuffisante ; de son côté, l'administration de la Société civile

a commis des erreurs graves : aujourd'hui les parties les plus riches de ses possessions sont aliénées, et les sommes provenant de cette cession n'ont servi dans le passé, et ne serviront guère dans l'avenir, qu'à combler des déficits. La concorde même n'a pu durer, au sein d'une entreprise qui prétendait donner le modèle de l'union et de la solidarité ; on a vu quelles luttes s'étaient déroulées entre la Société civile et le Syndicat. Mais ce qui a surtout manqué aux mineurs, c'est l'esprit de discipline, c'est aussi l'existence d'une direction capable et énergique. Sans direction, sans discipline, nulle industrie n'est possible, même la plus rudimentaire : c'est là un fait d'expérience, que met en lumière, après bien d'autres preuves, l'histoire de la Mine aux mineurs.

La conséquence de toutes ces fautes ne peut tarder à se produire : la ruine est prochaine et inévitable. Et le même sort attend toutes les associations de production dont les membres n'auront pas une éducation morale suffisante pour leur faire admettre le principe d'une direction et leur faire comprendre la nécessité d'une stricte discipline.

Les membres du Syndicat, dans les travaux qu'ils ont entrepris depuis la scission, ont fait preuve d'une énergie incomparablement supérieure à celle des membres de la Société civile ; et leur attitude commande la sympathie. Mais leur situation est difficile, et juridiquement leur cause ne peut se soutenir.

Ils ont jusqu'à présent poursuivi la lutte avec ardeur ; il semble que le découragement commence à les gagner. Le fondateur du Syndicat de Rive-de-Gier, devenu son président lors de la reconstitution, après scission de la Société civile, et resté son chef incontesté jusqu'à ce jour, vient d'être mis en minorité pour la première fois, dans une question de salaires, et a donné sa démission. Depuis son départ, les pourparlers ont repris entre le Syndicat et la

Société de Lorette ; c'est à ce moment que s'est constituée, entre les membres du Syndicat, la seconde Société civile dont il a été question plus haut ; mais, une fois de plus, les pourparlers ont dû être rompus, et il paraît aujourd'hui bien douteux qu'un arrangement puisse jamais intervenir. Peut-être, cependant, la Société de Lorette finira-t-elle par céder et abandonnera-t-elle à ses rivaux les deux concessions qu'ils exploitent ; sinon, ceux-ci devront tôt ou tard se résoudre à déguerpir, à moins que l'Administration ne prononce contre la Société civile la déchéance demandée par le Syndicat. Mais, quoi qu'il advienne aujourd'hui, il n'est plus question pour le Syndicat, comme pour la Société civile, de prospérer ; il s'agit seulement de vivre, peut-être même devrait-on dire : de végéter. Les fautes de tout ordre, et, en particulier, les dissensions intestines, ont ruiné une entreprise qui, en d'autres mains, eût assurément réussi.

COMMISSION DES SUBSTANCES EXPLOSIVES

RAPPORT

SUR LES

EXPÉRIENCES DE BLANZY

ÉTUDE DES CONDITIONS D'ÉTABLISSEMENT DES DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES

Le Ministre de la Guerre, par dépêche du 27 novembre 1893, a saisi la Commission des substances explosives de l'étude des questions qui se rattachent à l'établissement des dépôts de dynamite dans les travaux souterrains des exploitations minières.

Dynamitières en communication avec les travaux. — Les premières recherches de la Commission ont porté sur les conditions d'établissement des dépôts souterrains de dynamite en communication avec les travaux, et sur les dispositifs d'obturation automatique permettant d'isoler, en cas d'explosion, la dynamitière des galeries en exploitation.

Les résultats favorables obtenus, au cours des années 1894 et 1895, dans des expériences effectuées sur une échelle restreinte, ont conduit la Commission à formuler, dans un rapport en date du 10 octobre 1895, les règles

qui lui paraissaient applicables à l'établissement de ce type de dynamitières en relation avec les travaux ; la Commission concluait toutefois à l'utilité d'expériences en grand que les moyens d'action qu'elle avait à sa disposition ne lui permettaient pas d'entreprendre.

Dynamitières superficielles. — La Commission a été également amenée à étudier les conditions d'établissement d'un deuxième type de dynamitière enterré à des profondeurs relativement faibles et sans communication avec les travaux. Ces dynamitières superficielles fonctionneraient, en cas d'explosion, comme des fourneaux de mine, avec des effets extérieurs plus ou moins atténués, selon la profondeur adoptée, et il y a lieu de penser que ce type de dynamitière est susceptible d'assurer, pour le voisinage, des conditions de sécurité très supérieures à celles qui résultent des dispositions généralement admises aujourd'hui pour les dynamitières à l'air libre.

Dans cette deuxième étude, la Commission ne pouvait, avec les moyens dont elle dispose, que rechercher, par l'emploi de charges réduites, les dispositions les plus favorables à l'atténuation des effets extérieurs ; mais l'ordre de grandeur de ces effets ne pouvait être apprécié que par des expériences portant sur des masses explosives trop considérables pour être expérimentées dans les polygones mis à la disposition de la Commission.

Des expériences en grand, concernant ces deux types de dynamitières, ont pu être réalisées, grâce à l'initiative du Comité central des houillères de France et au généreux concours de la Compagnie de Blanzy, et, par dépêche du 26 octobre 1895, le Ministre de la Guerre a autorisé la Commission à prendre la direction et le contrôle techniques de ces essais.

Des expériences de cette nature entraînent, outre des dépenses considérables, des difficultés matérielles d'ins-

tallation toutes spéciales résultant des zones dangereuses à prévoir en cas d'insuccès des dispositifs expérimentés. La Commission tient donc à exprimer ses vifs remerciements au Comité des houillères et à la Compagnie de Blanzy, qui ont bien voulu assumer ces charges et contribuer à élucider des problèmes importants concernant la sécurité des exploitations minières.

Les expériences ont été effectuées à Blanzy, le 21 décembre 1895 (*).

Ces expériences sont au nombre de trois:

L'expérience n° 1 concerne le type de dynamitière souterraine en communication avec les travaux.

Les expériences n°s 2 et 3 concernent les effets extérieurs de dépôts de dynamite superficiels.

I. — Dynamitière souterraine en communication avec les travaux.

Nous rappellerons brièvement le principe des dispositions proposées par la Commission, dans son rapport du 10 octobre 1895.

1° La dynamitière est constituée par une galerie en forme de T dont la branche transversale reçoit le dépôt explosif, la deuxième branche servant de galerie d'accès.

La charge explosive est disposée suivant l'axe de la galerie transversale. La section de cette galerie est éta-

(*) Assistaient aux expériences de Blanzy : 1° Représentants des divers services intéressés : MM. le général Castan, Commission des substances explosives ; Delafond, Service des mines ; de Gournay, Compagnie des mines de Blanzy ; Gruner, Comité central des Houillères de France ;

2° Ingénieurs ou officiers des divers services : MM. Bertrand, Biju-Duval, Champy, Chesneau, Gerbault, Le Chatelier, Leherle, Liouville, Mathey, Morin, Suysse, Vieille.

blie de façon que le poids d'explosif par mètre courant, évalué en kilogrammes, soit le 1/100ᵉ du volume de la galerie par mètre courant, évalué en litres.

A cette *densité de chargement* de 1/100ᵉ correspond, en cas d'explosion, une pression moyenne ne dépassant pas 100 kilogrammes par centimètre carré, quelle que soit d'ailleurs la longueur de la galerie et, par suite, la charge totale.

2° La galerie d'accès reçoit un tampon ou piston mobile, du même diamètre que la galerie, susceptible de s'appliquer, par un déplacement égal environ à son diamètre, sur un siège plan formé par un rétrécissement de cette galerie.

La disposition générale en T, adoptée pour la dynamitière, a pour but de soustraire le dispositif d'obturation aux surpressions qui se produisent, dans la détonation de charges allongées, aux extrémités des capacités dans lesquelles se trouve répartie la charge.

En temps normal, le tampon reste éloigné de son siège, et la communication, de part et d'autre du tampon, est assurée par une galerie de dérivation doublement coudée en vilebrequin. En cas d'explosion, le retard qu'éprouve la chasse de gaz à parcourir le vilebrequin, et les pertes de charge dues au triple changement de direction rectangulaire imposé au courant gazeux, permettent au tampon d'arriver sur son siège avant qu'il se soit produit un écoulement sensible par la dérivation.

3° Les expériences de la Commission ont montré que ce fonctionnement théorique était réalisé non seulement sous les pressions moyennes de 25 à 30 kilogrammes par centimètre carré, mais encore sous des pressions très faibles ne dépassant pas 1 kilogramme par centimètre carré. Il y avait lieu, par suite, d'admettre *a fortiori*

l'efficacité du dispositif sous les pressions élevées, à la condition que le tampon obturateur et le siège d'appui fussent susceptibles de résister, sans dislocation, aux chocs et aux pressions résultant du fonctionnement normal.

Les conditions de résistance des tampons obturateurs ont été expérimentées par la Commission sous l'action d'explosifs détonant par l'amorce au fulminate, à la densité de 1/100e admise pour le chargement des dynamitières.

Cette étude a conduit la Commission à un type de tampon cylindrique, de longueur égale au diamètre de la galerie, combiné avec un siège plan présentant un orifice circulaire dont le diamètre est les 2/3 du diamètre du tampon.

Le tampon est constitué par des rondelles de carton ou de bois simplement clouées les unes sur les autres.

Ce mode de formation des tampons se prête au montage dans la mine, sans difficulté de passage des éléments par l'orifice rétréci du siège, en raison de la flexibilité du carton, pour les tampons du premier type, et du mode de construction des panneaux de bois par segments assemblés, pour les tampons du deuxième type.

Les expériences de la Commission ont porté sur des tampons de 27 centimètres de diamètre et, dans tous les essais, au nombre de 12, les tampons de ce type ont résisté, bien qu'il y ait lieu de considérer les percussions auxquelles ils étaient soumis comme plus violentes que celles qu'entraînerait l'explosion d'une dynamitière disposée en forme de T, suivant le dispositif indiqué plus haut.

Dans ces expériences, le siège d'appui des tampons était constitué par une plaque métallique de grande résistance.

Ce résumé permet de préciser les points sur lesquels les expériences de la Commission devaient être regardées comme insuffisantes pour permettre des conclusions formelles concernant l'utilisation pratique du système.

Il y avait tout d'abord lieu de se demander si, malgré les prévisions favorables tirées du principe de similitude, des tampons de grandes dimensions présenteraient le même mode de fonctionnement et les mêmes déformations que les modèles, d'échelle 5 à 6 fois moindre, expérimentés par la Commission et reconnus d'un fonctionnement assuré.

En second lieu, était-il possible de constituer, avec des matériaux usuels, un siège d'appui de résistance suffisante pour arrêter le tampon et assurer une obturation qui, même imparfaite, suffit à transformer d'une façon absolue les effets de l'explosion ?

L'expérience n° 1 de Blanzy a eu pour but de fournir la réponse à cette double question.

Elle a consisté à faire détoner 500 kilogrammes de dynamite dans une dynamitière munie du dispositif d'obturation étudié par la Commission.

Disposition générale de l'expérience n° 1. — La dynamitière est constituée par une galerie horizontale en forme de T creusée dans les escarpements d'une carrière à ciel ouvert, dite carrière Sainte-Élisabeth, située dans les terrains de la Compagnie de Blanzy.

Les dispositions générales de l'installation sont représentées par le plan et la coupe ci-contre (*fig.* 1).

La galerie d'accès débouche au fond de la carrière et s'enfonce dans des couches de schistes, de grès schisteux et de charbon dont l'inclinaison et l'alternance sont indiquées dans la coupe spéciale (*fig.* 2).

A 50 mètres environ à partir du front d'attaque, on a

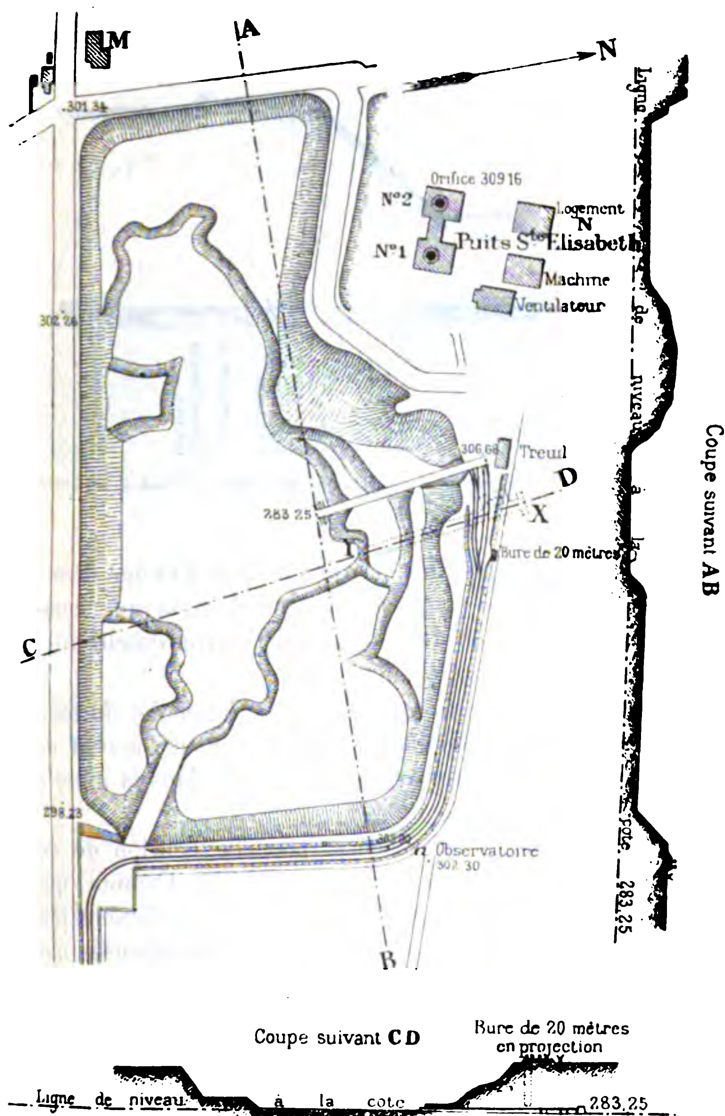


FIG. 1. — Carrière Sainte-Élisabeth. — Échelle : 1/3000e.

trouvé des schistes fermes susceptibles de servir d'appui au dispositif d'obturation. A partir de ce point, la ligne

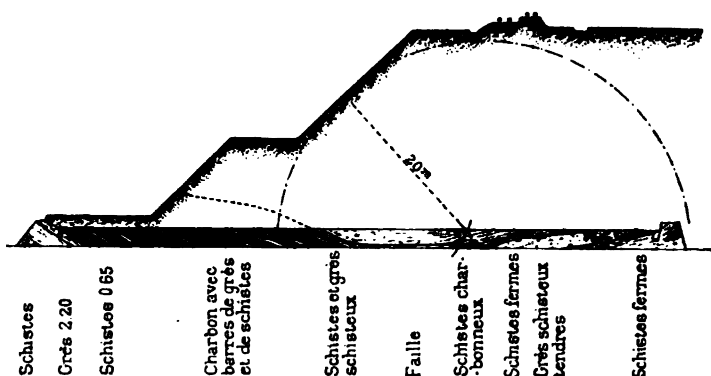


Fig. 2. — Carrière Sainte-Élisabeth. — Coupe de la galerie prise au fond de la carrière. Échelle : 1/750ᵉ.

de moindre résistance des terrains dans toutes les directions est supérieure à 20 mètres, et c'est là que commence la construction de la dynamitière proprement dite.

Siège et logement du tampon. — Le logement du tampon et le siège d'appui sont formés par un massif de béton coulé dans une excavation pratiquée dans la galerie d'accès.

La Commission a eu recours, pour l'exécution de ce travail, à la compétence bien connue de M. Candlot, qui a bien voulu se charger de l'étude des détails d'exécution et veiller à l'observation des précautions minutieuses qui assurent la résistance des constructions de même nature effectuées pour les Services de la Guerre.

Le dosage du béton était de :

1 volume de ciment de Portland;

1 volume de sable ;

2 volumes de cailloux.

Ce béton contient au mètre cube, mis en place, environ 400 kilogrammes de ciment.

Le massif est représenté par les coupes ci-dessous (*fig.* 3) en long et en travers. Il est traversé suivant son axe par une galerie circulaire de 1^m,50 de diamètre

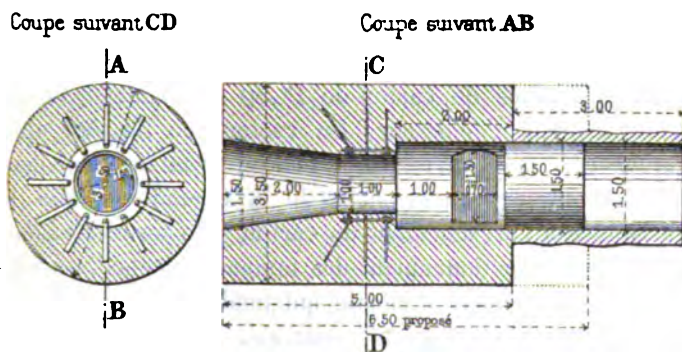


FIG. 3. — Massif de béton renfermant le dispositif obturateur. Échelle de 7^{mm},5 pour 1 mètre.

sur 2 mètres de longueur, brusquement rétrécie à 1 mètre de diamètre sur 1 mètre de longueur dans sa partie moyenne, de façon à former le siège plan du tampon. Au niveau de la partie rétrécie, le béton est renforcé par une ossature métallique noyée dans la masse et destinée à prévenir l'arrachement du siège sous la violence du choc du tampon. Le volume de ce massif est de 40 mètres cubes environ.

La galerie rétrécie se raccorde à l'arrière avec la galerie d'accès par un tronc de cône s'évasant, sur 2 mètres de longueur, au diamètre de 1^m,50.

A l'avant du massif de béton, le logement du tampon se prolonge sur 3 mètres par une galerie circulaire, de même diamètre que le logement, et destinée à recevoir le tampon dans sa position normale et à le guider sur son siège au moment de l'explosion.

Cette galerie n'est revêtue que d'une simple chemise de béton qui régularise la paroi et facilite le glissement et l'obturation pendant le mouvement du tampon.

Mode de construction du tampon. — Le tampon est constitué par un bloc cylindrique de $1^m,50$ de diamètre sur $1^m,50$ de longueur.

Il est formé sur les 2/3 de sa longueur, soit sur 1 mètre, par des feuilles de carton de $1^m,50$ de diamètre et de 3 millimètres d'épaisseur. Ce carton, de l'espèce dite *carton-cuir*, a été livré par la maison Ozouf et Leprince.

Il résulte des expériences de la Commission que la résistance à l'arrachement du carton joue un rôle essentiel dans le fonctionnement des tampons au choc, en raison des phénomènes d'inertie qui tendent à provoquer le cisaillement de la partie centrale, lorsque la partie externe du tampon se trouve brusquement arrêtée par le siège d'appui.

Il est facile de voir, en effet, que, sous une pression moyenne de 50 kilogrammes, le tampon aborde son siège, après une course de 2 mètres, avec une vitesse de 110 mètres par seconde environ.

Les feuilles de carton, découpées au diamètre exact de la galerie, sont clouées, par lits de 5 feuilles les unes sur les autres, par des clous de longueur double de l'épaisseur du lit. Ces clous sont régulièrement distribués sur la surface au moyen d'un gabarit. Pour éviter la formation de surfaces d'arrachement de moindre résistance, le gabarit de clouage subit, après la mise en place de chaque lit, une rotation d'angle constant qui s'oppose à la superposition des clous suivant des parallèles à l'axe du tampon.

Le dernier tiers de la longueur du tampon, du côté du siège, est constitué par des panneaux circulaires de bois tendre de peuplier de 30 millimètres d'épaisseur. Les éléments de ces panneaux, formés de planches de 30 cen-

timètres de largeur rainées sur leur tranche, se montent sans difficultés, comme les lits de carton sur lesquels ils sont cloués et superposés, au moyen de pointes réparties suivant un deuxième gabarit établi de façon à éviter le clouage sur les joints.

Les joints des panneaux de bois successifs sont croisés par une rotation de 120° à chaque lit.

Cette constitution mixte du tampon a été expérimentée avec succès par la Commission, dans un certain nombre d'expériences à échelle réduite : elle a paru propre à atténuer la violence du choc sur le siège, en raison de la plasticité considérable du bois, alors que la rigidité du cylindre arrière en carton garantit contre l'expulsion du système par l'orifice rétréci du siège.

Le tampon se trouvait ainsi établi à demeure dans une galerie à parois lisses et étanches qu'il obturait complètement; il avait à se déplacer de 1^{m},88 suivant l'axe de cette galerie pour venir s'appuyer contre le siège ménagé dans le massif de béton.

Galerie de dérivation. — La communication de part et d'autre du tampon a été établie par une galerie doublement coudée en vilebrequin (*fig.* 4), de 1^{m},70 de hauteur et de 1^{m},70 de largeur. Cette galerie, simplement boisée, contourne une sorte de pilier rectangulaire de 4 mètres de côté. Les trois tronçons de 5 à 6 mètres de longueur, qui la composent, se coupent à angle vif pour accentuer les phénomènes de réflexion des masses gazeuses qui doivent les parcourir : l'un des tronçons, CD, a été prolongé en cul-de-sac de manière à accroître, suivant un mécanisme mis en évidence par les expériences de la Commission, les pertes de charge résultant de l'écoulement des gaz dans les tronçons successifs.

La galerie de dérivation débouche dans la partie du massif affecté au logement du tampon par une sorte de

porte de $0^m,70$ de largeur, dont la hauteur, primitivement prévue à $1^m,50$, a été limitée par erreur, au moment de la construction, à la dimension de $0^m,70$. La porte, stric-

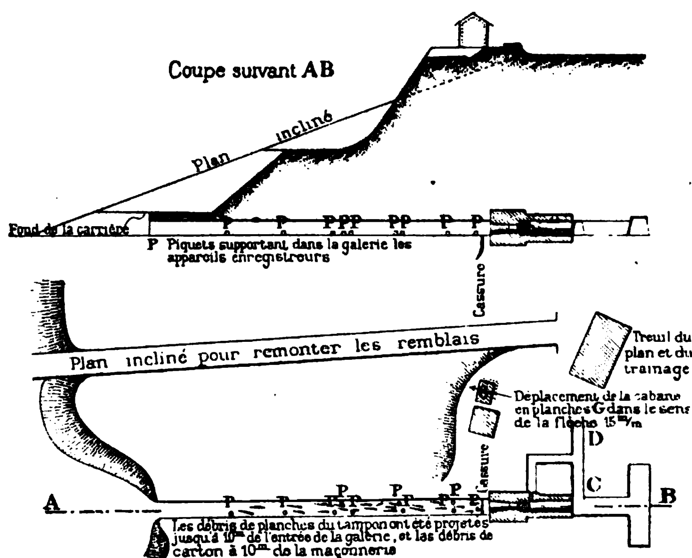


Fig. 4. — Galerie où a eu lieu l'expérience n° 1. — Échelle : 1/940e.

tement démasquée par le tampon dans sa position normale avant l'explosion, se trouve obturée dès que celui-ci est projeté vers son siège.

Dynamitière proprement dite. — La dynamitière proprement dite (*fig.* 4) est formée par une galerie perpendiculaire à la galerie d'accès et à son prolongement servant au logement du tampon.

Elle est boisée : sa longueur est de 10 mètres et sa section de 5 mètres carrés (2 mètres de hauteur sur $2^m,50$ de largeur).

La charge de 500 kilogrammes, disposée sur des chantiers de bois reposant sur le sol de la galerie et suivant

son axe, était formée de caisses de dynamite n° 1 à 75 p. 100 de nitroglycérine placées bout à bout, de façon que la densité de chargement par mètre courant fût de 1/100e. Cette densité de chargement s'abaisse à 1/200e environ si l'on tient compte du volume de la galerie d'accès jusqu'au tampon et de celui de la galerie de dérivation.

La pression moyenne correspondant à la répartition uniforme des produits de l'explosion dans le volume total ne dépasserait pas, dans ces conditions, 50 kilogrammes par centimètre carré. Dans cette évaluation, il est fait abstraction des surpressions de durée très courte résultant des phénomènes ondulatoires qui accompagnent les mouvements de grandes masses gazeuses.

Pour étudier l'étendue de la zone dans laquelle s'exercent les compressions latérales provenant d'explosions de cette espèce, la Compagnie de Blanzy a fait forer, depuis la surface, un puits vertical descendant au niveau de la chambre d'explosion et distant horizontalement de cette chambre de 15 mètres (*fig.* 1).

Amorçage. — En vue d'assurer la détonation simultanée de toutes les parties de la charge, les caisses de dynamite ont été reliées deux à deux, après dévissage des couvercles, par des fragments de cordeau détonant munis, à chaque extrémité, d'amorces à 1^{gr},5 de fulminate pénétrant dans la dynamite.

La caisse centrale située dans l'axe de la galerie d'accès était munie d'un double dispositif de mise de feu ; le premier, électrique, formé de deux amorces de tension excitées, depuis le poste réservé aux observateurs, par une machine fournie par la maison Davey ; le deuxième, constitué par un cordeau détonant muni d'une amorce au fulminate et dont l'autre extrémité se trouvait à l'extérieur de la galerie d'accès : ce dernier dispositif ne devait

être utilisé que dans le cas d'un raté du premier système d'amorçage.

Enregistrement des pressions dans la galerie d'accès. — Divers appareils enregistreurs ont été disposés dans la galerie d'accès, pour obtenir quelques données sur la valeur des pressions produites par les fuites gazeuses subsistant malgré l'obturateur ou par l'onde comprimée résultant du déplacement du tampon.

Deux types d'appareils ont été répartis sur la longueur de la galerie. Le premier type est constitué par des balances manométriques en usage dans l'artillerie de la marine pour la mesure du souffle des bouches à feu. Dans ces appareils, un plateau de section connue reçoit l'action de la pression. Lorsque la pression ou la dépression surpasse la tension antagoniste d'un ressort exactement taré, le plateau se déplace, et ses mouvements les plus légers sont indiqués par le déclenchement d'une languette. L'appareil fournit une valeur minima de la pression ou de la dépression produite. Dans le deuxième type d'appareils, un piston de section connue, soumis à l'action de la pression, écrase un cylindre de cuivre dont la loi de déformation est connue.

La Commission, en l'absence de toute donnée sur l'ordre de grandeur des effets à enregistrer, a cherché à obtenir, par les balances manométriques, des indications relatives à la valeur minima de pressions très faibles (1 à 2 dixièmes de kilogramme par centimètre carré).

Les appareils à écrasement devaient, au contraire, enregistrer des pressions supérieures à 3 ou 4 kilogrammes par centimètre carré.

EXÉCUTION DE L'EXPÉRIENCE N° 1. — *Relevé des observations.* — Un abri en charpente avait été ménagé au point représenté en *a* sur le plan *fig.* 1. De ce point

élevé, on pouvait observer l'orifice de la galerie d'accès, au fond de la carrière, et la région du sol située directement au-dessus de la chambre d'explosion. La mise de feu, produite électriquement depuis le poste d'observation, a donné lieu à un bruit sourd accompagné d'un léger tremblement du sol.

Aucune projection ne s'échappe de la galerie. Un wagonnet disposé à l'entrée ne subit aucun déplacement.

On aperçoit un faible tressaillement du sol, au-dessus de la chambre d'explosion, avec un léger soulèvement d'une pièce de bois reposant sur la terre à cet endroit.

Au bout de quelques secondes, une fumée jaunâtre peu épaisse se dégage de l'orifice de la galerie, sans vitesse appréciable.

Une cabane en planches de 2 mètres de côté, représentée en G sur le plan *fig.* 4, a été déplacée de 15 millimètres ; les autres constructions voisines, plus lourdes, n'ont subi aucun mouvement.

Le puits, foré à 15 mètres de la chambre d'explosion et descendant à son niveau, n'a subi aucune déformation.

Les mêmes observations négatives s'appliquent à une galerie dépendant des travaux de la mine de Blanzy, située à 170 mètres de profondeur et passant sensiblement au-dessous de la dynamitière. Un chef mineur, qui s'y trouvait au moment de la détonation, a entendu le bruit sans observer aucun mouvement dans les terrains.

La ventilation de la galerie d'accès a été rapidement obtenue jusqu'au tampon, par l'emploi d'un ventilateur à bras. Les cadres de soutènement de la galerie n'ont pas été déplacés : seul, le chapeau du premier cadre, attenant au massif de béton, a été légèrement déplacé par les projections, sans cependant quitter ses montants.

Le massif de béton paraît intact. Une petite cassure dans le raccordement arrière de la maçonnerie au niveau du sol, et la flexion de planches réunissant la tranche

arrière de la maçonnerie au premier cadre, semblent indiquer, toutefois, un léger recul du massif.

On peut pénétrer dans la partie rétrécie correspondant au siège, qui est intacte et sans fissure.

L'égrènement du béton ne commence qu'au voisinage immédiat du siège plan, dans la partie où le tampon s'est moulé avec violence, tandis que la partie centrale des lits de bois et des premiers lits de carton était arrachée par inertie et projetée à quelques mètres dans la galerie.

Les positions des débris de planche et de carton sont relevées sur le plan *fig.* 4. Les projections de bois s'étendent jusqu'à 30 mètres du massif et celles de carton jusqu'à 10 mètres.

Les *fig.* 1 et 2, Pl. II, représentent les photographies prises par les ingénieurs de la Compagnie de Blanzy, et montrent la déformation du tampon.

Ces déformations présentent une analogie frappante avec celles des tampons antérieurement expérimentés par la Commission et permettent de conclure à l'identité de fonctionnement. Les parois de l'orifice rétréci du siège ne montrent ni érosions, ni traces de fuites gazeuses.

Un fonctionnement aussi complètement satisfaisant n'avait été observé que 5 fois sur 12 expériences analogues effectuées par la Commission à échelle réduite ; dans les autres cas, des fuites plus ou moins importantes s'étaient fait jour sur la surface du siège, sans que toutefois, dans aucun cas, l'atténuation due au système obturateur cessât d'être suffisante pour transformer le phénomène d'explosion.

Aussi la Commission est-elle d'avis qu'il y a moins lieu d'insister sur le résultat entièrement favorable de cette expérience que sur l'identité de fonctionnement constatée au point de vue de la détérioration du tampon, entre l'expérience en grand et les nombreux essais qu'elle a effectués à échelle réduite, la résistance du tampon cons-

tituant la véritable garantie du système, indépendamment de fuites secondaires.

La Commission pense, d'ailleurs, que la perfection de l'obturation observée peut être attribuée à des conditions favorables et normales, qui n'étaient pas réalisées dans ses essais antérieurs effectués dans des capacités métalliques résistantes. Ces conditions favorables résultent :

1° De la porosité des terrains, qui concourt avec le refroidissement à réduire avec une extrême rapidité les pressions développées par l'explosion ;

2° De la forme en T donnée à la dynamitière, qui décharge le dispositif d'obturation des surpressions dues aux oscillations de la masse gazeuse dans la chambre de détonation.

Appareils enregistreurs. — Les balances manométriques placées dans la galerie d'accès, à 6 mètres en avant du massif de béton, permettent de conclure au passage d'une surpression minima de $0^{kg},180$ par centimètre carré.

Des balances, situées à 20 mètres et 27 mètres en avant du massif et fonctionnant par aspiration, ont indiqué une dépression minima de $0^{kg},090$ par centimètre carré. Deux appareils à écrasement, situés à $1^{m},30$ et $16^{m},30$ en avant du massif, ont fourni des écrasements respectivement de 5/100 et 4/100 de millimètre, qui conduiraient à admettre le passage de surpressions de $3^{kg},110$ et $2^{kg},900$ par centimètre carré. Un appareil de même type, placé à 31 mètres, n'a donné aucun écrasement.

Bien que ces derniers nombres ne puissent être admis qu'avec réserve en valeur absolue, eu égard à la petitesse des déformations observées, il est certain que des surpressions importantes se sont produites au moment du fonctionnement du tampon. Il y a lieu de penser que ces pressions, de durée très courte, n'ont produit aucun effet

mécanique d'entraînement sur les matériaux de la galerie, parce qu'il n'y a pas eu de régime d'écoulement gazeux, mais simple propagation d'une onde comprimée par le déplacement brusque du tampon.

En résumé, l'expérience n° 1 de Blanzy, rapprochée des nombreux essais qui l'ont préparée, établit qu'il est possible d'isoler entièrement, au point de vue des effets d'explosion, par un dispositif d'obturation automatique, une dynamitière souterraine des travaux avec lesquels elle est en communication.

Objections que comporte l'application pratique du système. — Il reste à examiner quelques objections que comporte, en pratique, l'application du système.

Ces objections concernent :

1° Les manipulations et le transport des explosifs dans la partie rétrécie de la galerie d'accès ;

2° L'aération de la dynamitière ;

3° Les moyens d'assurer la conservation et le remplacement du tampon obturateur et la conservation du gabarit de la chambre dans laquelle il est appelé à se mouvoir.

1° La forme cylindrique adoptée pour la galerie formant le logement du tampon et la partie rétrécie du siège avait paru, à la Commission, la plus propre à assurer une déformation symétrique et régulière du tampon dans les expériences d'essai, et cette disposition a été conservée dans l'expérience en grand.

Les dimensions adoptées résultent du diamètre maximum de $1^m,50$ des feuilles de carton livrées par le commerce et de la réduction aux 2/3, soit 1 mètre de l'orifice rétréci du siège, reconnue convenable dans les expériences à échelle réduite.

Le transport des caisses d'explosif par le tronçon de

galerie de 1 mètre de longueur, rétréci au diamètre de 1 mètre présente quelques inconvénients, faciles, d'ailleurs, à atténuer par l'installation d'un chariot faisant la navette entre les parties élargies de la galerie.

La Commission avait pensé, à la suite de l'expérience de Blanzy, que ce tronçon cylindrique pourrait être remplacé par une galerie plus praticable, à section rectangulaire, de $0^m,70$ de largeur sur $1^m,30$ de hauteur. Les premiers essais de fonctionnement de tampons rectangulaires à échelle réduite, effectués dans ce sens, ont donné des résultats d'obturation inférieurs à ceux que fournissent les tampons cylindriques et, bien que la Commission ne regarde pas cette modification comme irréalisable, elle pense qu'il y aurait lieu d'admettre provisoirement sans modification, dans des installations similaires, le dispositif adopté à Blanzy, en le complétant par l'addition d'un petit chariot transporteur.

2° La ventilation de la dynamitière peut être obtenue par une conduite d'aspiration ou de refoulement pénétrant, en suivant les parois des galeries d'accès et de dérivation, jusqu'au fond de la chambre affectée aux explosifs. La seule difficulté de l'installation se rencontre dans l'intervalle de 1 mètre compris entre le siège et la porte par laquelle la galerie de dérivation pénètre dans le logement du tampon. Il convient, en effet, que la conduite ne puisse, dans cet intervalle, s'opposer, au moment de l'explosion, au mouvement du tampon ou compromettre l'obturation par l'interposition de ses débris sur le siège.

La Commission est d'avis qu'il suffit de constituer la conduite, dans cette partie très courte, par quelque système de tuyau souple formé, par exemple, d'une étoffe imperméable soutenue par une spirale métallique qui viendrait se raccorder, à ses deux extrémités, à la canalisation normale, comme l'indique le dessin ci-après (*fig*. 5).

Les débris d'un semblable dispositif ne pourraient avoir aucune influence sur l'obturation du tampon.

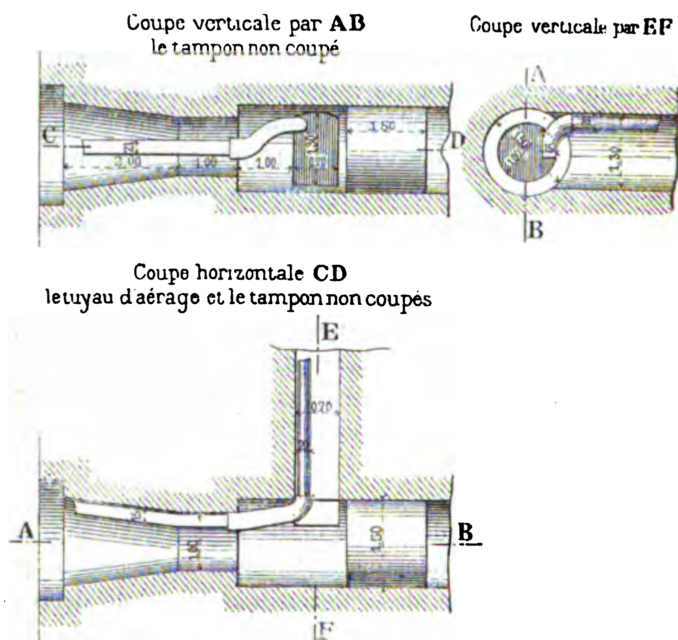


Fig. 5. — Disposition de la manche d'aération. — Échelle de 7mm,5 pour 1 mètre.

3° La sécurité de fonctionnement du système est évidemment liée à la conservation parfaite de la résistance du tampon et du gabarit du logement dans lequel il est appelé à se mouvoir, et il y a lieu de rechercher les mesures propres à assurer soit la conservation du dispositif, soit son remplacement en temps utile.

La Commission estime que l'installation du tampon dans un logement bétonné étanche et muni de contre-pentes, nécessaires pour éviter son invasion par les eaux d'infiltration, constitue une première garantie importante contre la détérioration. Cette disposition devrait être

complétée par l'injection des bois et du carton à la créosote et le goudronnage des parois de la galerie et des fonds du tampon.

La Commission ne possède pas de données sur la durée de conservation d'un pareil système, qui doit d'ailleurs être variable avec les conditions hygrométriques et thermométriques de la mine.

Il semble qu'un tampon témoin, de diamètre réduit à $0^m,30$, constitué par les mêmes matériaux et déposé, en arrière du premier, dans la galerie de la dynamitière permettrait, d'une façon simple, un examen périodique susceptible de déceler les détériorations à craindre dans le tampon principal et de déterminer la période utile de son remplacement.

Il convient, en second lieu, que les dimensions du logement bétonné, dans lequel le tampon est appelé à se mouvoir en cas d'explosion, ne subissent pas, sous l'influence de mouvements de terrains, des déformations ou des cassures capables de retarder le déplacement du tampon ou de provoquer sa désagrégation avant qu'il soit parvenu sur son siège. Il serait donc utile de donner au massif de béton des dimensions suffisantes pour que le logement du tampon, dans sa position initiale, pût s'y trouver compris.

La *fig.* 3 montre que ce résultat serait obtenu par un allongement de $1^m,50$ du massif représenté en pointillé sur le dessin.

Il est probable que ces déformations pourraient, d'ailleurs, être évitées dans la pratique par un choix convenable des terrains dans lesquels serait installée la dynamitière. La Commission estime, néanmoins, qu'il y a lieu d'appeler l'attention des exploitations minières sur la nécessité d'instituer une surveillance attentive du dispositif d'obturation aux deux points de vue qui viennent d'être examinés, savoir :

1° Conservation de la résistance du tampon;

2° Conservation du gabarit de la chambre dans laquelle il est appelé à se mouvoir.

Conclusions. — La Commission saisie, par le Ministre, de l'étude des conditions d'établissement des dynamitières souterraines en communication avec les travaux a vérifié, par de nombreuses expériences à échelle réduite, le fonctionnement régulier d'un dispositif d'obturation automatique susceptible de réduire, dans les cas les plus défavorables, les effets extérieurs de l'explosion d'une dynamitière à des fuites gazeuses relativement peu redoutables.

L'expérience de Blanzy a montré que le système était susceptible de fonctionner à échelle normale dans les conditions les plus favorables antérieurement observées.

La Commission estime, en conséquence, que le type de dynamitière expérimenté à Blanzy présente des garanties suffisantes pour être admis dans la pratique industrielle, surtout si l'on rapproche de la faible probabilité d'un fonctionnement défectueux de l'obturation la probabilité minime de l'explosion de la dynamitière.

La Commission est d'avis que ce même dispositif est applicable, sans modification, à des dynamitières de capacité supérieure à 500 kilogrammes, à la seule condition de faire varier proportionnellement à la charge le volume de la galerie affectée au dépôt de l'explosif et celui de la chambre de détente comprise entre le siège du tampon et la dynamitière proprement dite.

II. — Dynamitières superficielles.

Les expériences nos 2 et 3 avaient pour but de fournir des indications sur la nature des effets extérieurs produits par l'explosion de dynamitières enterrées à de

faibles profondeurs et sans communication avec les travaux.

Ces expériences ont eu lieu dans le voisinage d'une carrière à ciel ouvert, dite *carrière Saint-François*.

Le plan ci-joint (*fig*. 3, Pl. II) fait connaître les dispositions adoptées et la répartition des constructions habitées au voisinage des centres d'explosion.

EXPÉRIENCE N° 2. — L'expérience n° 2 concerne l'explosion d'une dynamitière renfermant 200 kilogrammes de dynamite à 75 p. 100, enterrée de 5 mètres au-dessous du sol dans un terrain de sable.

La dynamitière est formée par une galerie boisée de 10 mètres de longueur et de 4 mètres carrés de section, qui communique librement avec l'extérieur par une galerie perpendiculaire à la première, également boisée, de 23 mètres de longueur et de $2^{mq},25$ de section. Cette galerie d'accès débouche dans une tranchée profonde de 7 à 8 mètres, descendant au fond de la carrière Saint-François. De l'autre côté de la tranchée, dans le talus opposé à l'orifice de la galerie, on a ménagé une sorte de chambre en cul-de-sac, de 8 à 9 mètres de profondeur et de 6 mètres carrés de section, destinée à recevoir et à fixer les matériaux projetés par l'orifice de la dynamitière.

La charge est déposée dans la branche *a* (*fig*. 6) de la dynamitière, où elle réalise une densité de chargement de $1/50^e$. Mais cette densité, rapportée au volume total de la chambre d'explosion, n'est pas supérieure à $1/200^e$.

L'explosion de la dynamite est obtenue comme dans l'expérience n° 1.

Le bruit est sourd, mais on l'a entendu à 4 kilomètres au moins du lieu d'expérience.

Un nuage de fumée sort de la galerie, et il y a projection, au-dessus de la tranchée, de deux morceaux de bois

formant les chapeaux des cadres de soutènement, et de nombreux morceaux de planches du garnissage.

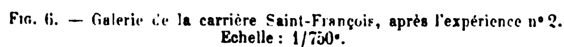


FIG. 6. — Galerie de la carrière Saint-François, après l'expérience n° 2.
Echelle : 1/750e.

Au-dessus de la chambre d'explosion il y a un soulèvement du sol à une hauteur évaluée à $0^m,80$ environ, sans projections ni fuites gazeuses.

La galerie qui se trouvait de l'autre côté de la tranchée et sur laquelle il n'y avait environ que $1^m,50$ de terre est complètement bouleversée par les projections. Un des bois est venu buter contre un rail de la voie qui suivait la tranchée, et le choc a produit une déformation s'étendant sur $0^m,60$ de longueur avec $0^m,25$ de flèche.

Le plan ci-contre (*fig.* 6) indique les cassures et les affaissements du terrain au-dessus de la chambre d'explosion, ainsi que les points où sont tombés les bois et les planches projetés hors de la tranchée.

Cette expérience peut être considérée comme donnant le type des projections et chasses gazeuses à prévoir dans la direction de l'orifice d'une dynamitière superficielle, puisque la totalité des produits de l'explosion s'est écoulée par la galerie d'accès, le terrain n'ayant subi que des déformations sans projections à l'aplomb de la charge. L'ébranlement propagé à l'extérieur a été insignifiant et la maison indiquée en C sur le plan, de l'autre côté de la tranchée par rapport à la dynamitière et dans l'axe même de la galerie d'accès, n'a subi ni dégradation, ni rupture de vitrages, bien que sa distance à l'orifice de la galerie ne dépassât pas 50 mètres.

L'expérience n° 2 montre donc que les effets de chasse gazeuse et de projection par l'orifice d'une dynamitière peuvent être localisés et rendus peu redoutables pour le voisinage immédiat, par l'emploi des dispositions simples mentionnées plus haut, savoir : débouché de la galerie d'accès en tranchée et fixation des matériaux projetés dans une chambre réceptrice.

Expérience n° 3. — L'expérience n° 3 concerne l'explosion d'une dynamitière enterrée de 2 mètres, dont

la charge avait été réduite à 50 kilogrammes par une mesure de précaution qui s'est trouvée excessive.

Cette dynamitière est formée d'une petite galerie, voûtée en briques, dans laquelle la charge se trouvait placée à la densité de 1/100e. L'orifice de la dynamitière a été remblayé de façon à porter à leur maximum les effets de projection verticale des terres et des matériaux de la construction.

L'explosion a été produite au moyen d'un cordeau détonant. Le bruit de la détonation a été très sourd. La hauteur de la gerbe de terre soulevée, de forme très régulière, a été évaluée à 34 mètres, d'après les indications fournies par une photographie de M. Le Chatelier.

Les projections de terre ont couvert un cercle d'environ 45 mètres de rayon ; les débris de briques provenant de la construction ne sont pas sortis d'un cercle de 25 mètres.

L'entonnoir, de 4 mètres de profondeur, mesure 10 mètres de longueur et 8 mètres de largeur. Ce fourneau a donc fonctionné comme fortement surchargé ; le fourneau normal correspondant à la charge de 50 kilogrammes de dynamite eût exigé, d'après les formules du Génie, une épaisseur de terre de 4 mètres, double de celle qui a été réalisée.

La Commission ne possède pas de données précises sur la loi suivant laquelle l'étendue des projections s'accroît avec la charge et l'indice de surcharge du fourneau ; mais elle pense que des dynamitières constituant, comme dans l'expérience n° 3, des fourneaux d'indice voisin de 2, ne produiraient, en cas d'explosion, que des effets d'ébranlement par l'air et par le sol peu redoutables à des distances très faibles, les effets extérieurs se réduisant pratiquement à la projection de la gerbe.

Conclusions. — Les résultats des expériences nos 2 et 3

ne sauraient conduire à des règles précises sur le mode d'établissement des dynamitières superficielles ; mais ils tendent à montrer qu'il est possible de réaliser, d'une façon simple, des dépôts de dynamite présentant une sécurité pour le voisinage très supérieure à celle qui résulte des dispositions admises pour les dynamitières à l'air libre du type actuel, entourées de levées de terre s'élevant à la hauteur du faîtage.

La Commission a cherché à compléter ces premières indications par quelques essais méthodiques destinés à établir le rôle qu'exercent, au point de vue des effets extérieurs, l'allongement de la charge et la densité de chargement admis dans l'établissement de la dynamitière souterraine.

Ces expériences sont en cours, et la note ci-dessous fait connaître l'état actuel de la question.

Note sur l'influence de la densité de chargement et de l'allongement de la charge.

1° Influence de la densité de chargement. — Les expériences entreprises par la Commission, sous les formes les plus diverses, l'ont conduite à cette conclusion que les effets extérieurs, produits par une charge explosive donnée, étaient indépendants de la densité de chargement réalisée dans la dynamitière, l'épaisseur de terre recouvrant la charge restant constante dans tous les cas.

Dans des expériences effectuées à Sevran, sur des charges allongées de mélinite identiques et placées dans des boîtes réalisant la densité de 1, 1/50e, 1/100e, les effets extérieurs de déblai, de gerbe et de projection ont été trouvés les mêmes sous trois profondeurs correspondant à des fourneaux très diversement chargés.

Dans des essais réduits, effectués au laboratoire central

des poudres, dans le sable, avec des charges condensées de dynamite à 75 p. 100 ou des files d'amorces au fulminate de mercure constituant des charges très allongées, l'influence de la densité de chargement, dans les limites de 1/100e à 1, a été trouvée, de même, rigoureusement nulle, soit sous le rapport de la dimension des entonnoirs, soit sous le rapport de la distance à laquelle étaient projetés les matériaux de la surface.

La Commission est donc d'avis, en l'absence d'expériences portant sur des charges plus considérables, qu'il n'y a pas lieu de fixer, dans l'installation de dynamitières superficielles, un rapport entre la capacité de la dynamitière et la charge qu'elle contient supérieur à celui que nécessite la facilité des manipulations.

2° INFLUENCE DE L'ALLONGEMENT DE LA CHARGE. — Des expériences nombreuses ont été effectuées, dans le sable, sur des charges formées d'amorces à 1gr,5 de fulminate réunies sous forme de charges compactes, ou disposées en file et au contact, sous forme de charges allongées.

Influence de la longueur d'une charge constante par mètre courant. — Il résulte de ces essais que les effets extérieurs d'une charge allongée, de valeur constante par mètre courant, croissent avec la longueur de la charge, mais que les effets transversaux deviennent constants à partir du moment où la longueur de la charge atteint 3 à 4 fois la valeur de la ligne de moindre résistance. Au-delà de cette valeur, la longueur de l'entonnoir, allongé en forme de sillon, produit par l'explosion, croît simplement proportionnellement à la longueur de la charge.

Les essais effectués à la poudrerie de Sevran, sur des charges allongées de mélinite renfermant 4 kilogrammes par mètre courant et placées à 2 mètres de profondeur, ont fourni, pour les charges de 8 mètres et de 4 mètres de

longueur, des entonnoirs de dimensions transversales peu différentes.

C'est donc, provisoirement, à partir de la longueur de 4 fois la ligne de moindre résistance qu'il y a lieu d'admettre le maximum des effets transversaux.

Influence de l'allongement d'une charge constante. — Les essais effectués dans le sable avec des charges explosives constituées par des amorces au fulminate ont montré que, si une charge condensée fournit, à une profondeur donnée, l'entonnoir normal, la même charge à la même profondeur, allongée sur une longueur égale à 5 fois la ligne de moindre résistance, ne donne plus que des effets extérieurs très atténués et voisins de ceux du camouflet.

Ainsi, 26 amorces de $1^{gr},5$ réunies en une charge, à la profondeur de 24 centimètres dans le sable, donnent l'entonnoir normal de 48 à 50 centimètres de diamètre. La même charge formée d'amorces placées bout à bout, sur $1^{m},15$ de longueur et à la même profondeur de 24 centimètres, ne produit à la surface qu'une bande de terrain remuée ou labourée, présentant une fissure de 15 à 20 centimètres de largeur et de 90 centimètres de longueur.

La Commission estime donc, sous la réserve de vérifications ultérieures résultant d'expériences en grand, que les effets extérieurs de projection de l'entonnoir normal peuvent être réduits à une valeur très faible, voisine de ceux du camouflet proprement dit, par un allongement de la charge égal à 5 fois la longueur de la ligne de moindre résistance correspondant à l'entonnoir normal.

COMPARAISON DES EFFETS PRODUITS PAR LES DIVERS EXPLOSIFS. — Les seules données précises fournies par les expériences du Génie, sur les effets de charges explosives dans les milieux résistants, sont relatifs à la poudre noire. On sait, toutefois, que les effets dans les fourneaux

des explosifs puissants et détonants peuvent être considérés comme analogues à ceux de la poudre noire, à la condition de les substituer aux charges de poudre noire sous des poids plus faibles.

Le rapport de réduction admis varie de 1,5 à 2,5.

Quelques essais effectués, dans le sable, comparativement sur la poudre de chasse et sur les explosifs détonants usuels, tels qu'acide picrique, coton-poudre comprimé, dynamite n° 1, ont donné, pour l'entonnoir normal (48 à 50 centimètres de diamètre) correspondant à la profondeur de 24 centimètres, les nombres suivants :

	CHARGE fournissant à 24cm l'entonnoir normal. Grammes
Poudre de chasse	30
Coton-poudre comprimé	12
Acide picrique	13
Dynamite à 75 p. 100	13
Fulminate de mercure en amorces de 1gr,	40

Pour les explosifs usuels, le coefficient de réduction paraît donc compris entre 2 et 2,5.

Un exemple permettra d'exposer plus facilement le mode d'utilisation pratique des données qui précèdent.

Soit une dynamitière superficielle de 1.000 kilogrammes à établir ; cette charge, considérée comme équivalant à 2.000 kilogrammes de poudre noire, devrait, d'après les formules du Génie, être placée à 11 mètres de profondeur pour fournir l'entonnoir normal. Si la charge est allongée en galerie à raison de 50 kilogrammes par mètre courant, ce chiffre correspondant à la juxtaposition des caisses, la longueur de la galerie serait de 60 mètres environ, soit 5 fois la ligne de moindre résistance. Les effets extérieurs seraient donc réduits, si l'on en juge par les essais relatés plus haut, à une valeur très faible, voisine de celle du camouflet ; d'autre part, l'allongement dépassant 4 fois la

ligne de moindre résistance, les effets transversaux n'augmenteraient plus par un allongement de la charge indéfiniment croissant.

Les mêmes dispositions seraient donc applicables à une dynamitière de 2.000 ou 3.000 kilogrammes, si les inconvénients pratiques d'une galerie de longueur double ou triple n'étaient pas jugés excessifs.

Dans un grand nombre de cas, la suppression presque absolue des effets extérieurs pourra être considérée comme une sujétion excessive, eu égard à la probabilité très faible d'accident et aux dangers peu importants résultant des projections dès que la couche soulevée atteint une épaisseur notable. Les bases du calcul précédent pourraient donc être modifiées en prenant pour point de départ non pas la profondeur donnée par les formules du Génie pour la production de l'entonnoir normal correspondant à la charge condensée, mais la profondeur moitié moindre, soit $5^m,50$, du fourneau surchargé répondant à un indice voisin de 2 ; ce sont les conditions de fonctionnement de l'expérience n° 3 rappelée plus haut ; une atténuation importante pourrait résulter, d'ailleurs, de l'allongement de la charge en galerie.

La Commission estime qu'aucune règle générale ne saurait être formulée à ce sujet et que, dans chaque cas particulier, l'atténuation des effets extérieurs devra être fixée d'après l'examen des dispositions locales.

Paris, le 9 avril 1896.

Le rapporteur,
P. VIEILLE.

Adopté par la Commission des substances explosives, dans sa séance du 9 avril 1896.

Le secrétaire,
P. VIEILLE.

Le président,
BERTHELOT.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

AIMÉ BLAVIER

ANCIEN INGÉNIEUR DU CORPS DES MINES, SÉNATEUR

Par M. LORIEUX, Inspecteur général des Mines

Blavier (Aimé-Étienne), fils, petit-fils et neveu (*) d'ingénieurs des Mines, est né à Montjean (Maine-et-Loire), le 21 août 1827. Il a été admis le septième à l'École Polytechnique en 1845, et en est sorti le cinquième en 1847. Il est entré le second à l'École des Mines.

Pendant les journées de juin 1848, il reprit l'uniforme de polytechnicien, se mit à la tête d'un bataillon de jeunes mobiles, et fut blessé aux abords du Panthéon. Malgré sa blessure, il prit part, le lendemain, à l'attaque du faubourg Saint-Antoine, et fut décoré, à l'âge de vingt et un ans.

En 1870, chef du bataillon de mobilisés de Maine-et-Loire, dans une escarmouche à Monnaie (Indre-et-Loire), il s'élançait avec sa fougue ordinaire à la rencontre de

---

(*) Son aïeul, Jean Blavier, né en 1764, avait été élève à l'École de Sage, et, après avoir fait partie, en qualité de minéralogiste, de l'expédition de d'Entrecasteaux, avait été placé dans le Corps des Mines comme ingénieur à la réorganisation de 1794. Il fut mis à la retraite en 1828 comme ingénieur en chef; il avait vu deux de ses fils sortir de l'École Polytechnique dans les Mines, en 1818 et en 1821. Le premier, Aimé Blavier, mourut à l'École des Mines; le second, Édouard Blavier, père de l'ingénieur auquel est consacrée la présente notice, est devenu inspecteur général, et est mort en 1887 après sa mise à la retraite (Voir le discours prononcé à ses funérailles, *Ann. des Mines*, 1er vol, de 1887, p. 240).

l'ennemi, lorsqu'il eut la joue traversée par la lance d'un uhlan; il fut promu, à cette occasion, officier de la Légion d'honneur.

Nommé, le 28 janvier 1851, à la résidence d'Angers, comme élève-ingénieur hors concours, il ne tarda pas à s'y distinguer par son intelligente initiative. Il inaugura, notamment, un cours de chimie, qui obtint de suite la faveur du public.

Le 19 mai 1854, il est mis en congé illimité, sur sa demande, pour passer, comme ingénieur du matériel et de la traction, au service de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest, et, presque à ses débuts, il fait construire une locomotive d'un nouveau modèle, l'une des premières à roues motrices de grand diamètre, qui a figuré à l'Exposition Universelle de 1855.

Marié, en 1856, à la charmante fille de M. Montrieux, qui a été maire d'Angers, puis député de Maine-et-Loire, et qui était intéressé pour une très forte part dans les ardoisières de la région, il s'est principalement, depuis lors, consacré à l'industrie ardoisière. Il était en même temps ingénieur-conseil des mines de houille de la Mayenne et de la Sarthe, et surveillait activement ses multiples intérêts dans des filatures, carrières de marbre, tuileries, etc.

Président du Concours agricole départemental, il s'attachait à rechercher partout les méthodes progressives, à les expérimenter lui-même dans sa belle propriété des Buhards, à les répandre ensuite parmi les cultivateurs. Il aimait la terre angevine, où, comme il le disait dans un tout récent discours, la bienfaisante action des rayons du soleil est tempérée par les effluves humides de l'Océan.

Maire d'Angers de 1874 à 1876, sénateur de Maine-et-Loire depuis le 24 janvier 1885 jusqu'à son décès au 22 octobre 1896, il a mis au service des intérêts publics

son ardeur passionnée pour le bien. Au Sénat, sa parole éloquente et lucide était écoutée avec déférence dans les questions de finance et d'économie politique et sociale.

Il est l'auteur de nombreuses publications, parmi lesquelles figurent notamment un mémoire sur les propriétés du schiste ardoisier d'Angers (1853) et un essai sur l'industrie ardoisière d'Angers (1863), couronné par le Conseil général de Maine-et-Loire.

L'industrie ardoisière de la région doit à son initiative la plupart de ses progrès : création de la scierie mécanique (1851) et de la tréfilerie (1853) ; expériences sur le tirage des coups de mine par l'électricité (1857-1887), sur l'éclairage électrique (1861-1878), sur l'exploitation en remontant par gradins renversés (1863-1880); installation de la pompe de la levée Napoléon (1883) pour la protection des carrières et du bourg de Trélazé contre les inondations du bassin intérieur; organisation des Chambres de dépenses, des caisses de secours, des caisses de retraites, des sociétés de prévoyance mutuelle pour les ouvriers (1855, 1862, 1892).

Depuis le 1er mars 1865, et non sans regret, il avait cessé d'appartenir officiellement au Corps des Mines, qu'il a toujours considéré cependant comme une seconde famille.

Doué de très brillantes facultés, d'une activité infatigable, d'une vivacité d'esprit tout exceptionnelle, jointe aux qualités d'un excellent cœur, Aimé Blavier s'impose au souvenir de tous ceux qui l'ont connu comme une personnalité éminemment vigoureuse et sympathique. Ingénieur, industriel, agriculteur, soldat toujours prêt à tous les dévouements, il réalise le type de l'homme d'action, de ceux qui se dépensent sans compter, et qui contribuent le plus à la défense et à la grandeur de la Patrie.

NOTE

SUR LA

SÉPARATION DES CHARBONS PULVÉRULENTS

PAR L'ACTION D'UN COURANT D'AIR

Par M. PARENT, Ingénieur des fabrications de la Cie d'Anzin.

On sait combien la présence de charbons pulvérulents rend difficile le lavage des houilles ; avec des eaux noires, chargées de poussier, le classement des menus ne se fait plus bien, le coefficient de perte au lavage augmente et, de plus, les menus lavés, chargés de poussier, retiennent une quantité d'eau telle qu'on est obligé de les sécher dans des fours spéciaux avant de les transformer en agglomérés. Tous les directeurs de lavoirs cherchent donc à éliminer les pulvérulents avant lavage : ils y parviennent en général tant bien que mal à l'aide de tamis en toile métallique dont ils règlent l'inclinaison.

Les Allemands, grands fabricants de coke, ont cherché la solution du problème dans une autre voie ; ils ont soufflé préalablement les charbons menus à laver, de manière à entraîner les pulvérulents par un courant d'air. Nous-même avons réalisé à Anzin, depuis quelques années, des appareils fondés sur le même principe. Nous allons successivement décrire les appareils de la mine Rheinpreussen, de la mine Zollverein, des fosses Saint-Louis et Lagrange (Compagnie d'Anzin).

Mine Rheinpreussen. — A la mine Rheinpreussen, d'après la description donnée dans le *Bulletin de la Société de*

l'Industrie minérale pour 1887 (p. 424, pl. X, *fig.* 1, 2, 3), les menus au-dessous de 40 millimètres arrivent à sec dans un trommel qui les sépare en 6 grosseurs. Les deux plus fortes de ces grosseurs, 40-30 millimètres et 30-22 millimètres, tombent directement dans les lavoirs, tandis que les quatre autres 22-17 millimètres, 17-12 millimètres, 12-7 millimètres, 7-0 millimètres, passent d'abord par un appareil à vent soufflé, destiné à en séparer les poussières. Au sortir de la trémie enveloppant le trommel, ces menus rencontrent un courant d'air lancé par un ventilateur qui les chasse dans la conduite *c* (Pl. III, *fig.* 1) et en divise la masse.

Les grains de charbon qui ont un diamètre de plus de 2 millimètres tombent sur le fond du conduit incliné à 60° et roulent en revenant sur le vent jusqu'à sa partie inférieure.

La force du courant d'air a été déterminée pratiquement. Les poussières seules sont entraînées dans la chambre U.

Mine Zollverein. — A la mine Zollverein, d'après la description donnée par le *Zeitschrift für Berg-, Hütten und Salinenwesen* pour 1887 (p. 264), on a construit, aux puits I et II, une laverie de charbons dans laquelle la séparation de la poussière de 0 à 3 millimètres d'avec les grains plus gros, s'obtient à l'aide d'un ventilateur.

Un ventilateur Pelzer *b* de 1.250 millimètres de diamètre aux ailes et de 600 millimètres de longueur d'ailes souffle sur des charbons fins de 0 à 7 millimètres qui ont été séparés par un trommel *a* et qui lui sont envoyés par le conduit *c* (Pl. III, *fig.* 2). L'air entraîne le charbon dans un couloir étranglé *d* que la matière tend à gravir. Les grains de 4 à 7 millimètres descendent le couloir *d* contre le vent et viennent se déposer en A; la poussière de 0 à 3 millimètres se rend dans la chambre *e*, laquelle a 70 mètres cubes de capacité. De cette chambre la pous-

sière est entraînée par un transporteur dans une noria pour entrer ensuite dans la fabrication générale. L'air, débarrassé de ces poussières dans la chambre *e*, revient au ventilateur par une conduite spéciale d'aspiration.

Un registre *f* permet de faire varier le débit du vent, et par là la quantité de poussier entraîné.

Lavoir de Saint-Louis. — L'appareil d'essai, breveté par la Compagnie d'Anzin et monté par elle au lavoir de Saint-Louis, se composait essentiellement (Pl. III, *fig.* 3 et 4) :

1° D'un ventilateur à force centrifuge V donnant un volume de vent suffisant avec une pression de 6 à 7 centimètres d'eau ;

2° D'un porte-vent PV terminé par un col de cygne. A la base de ce col de cygne se trouve un clapet de retenue à contrepoids variable C destiné à s'opposer à la déperdition du vent ;

3° D'une chambre à poussière T munie :

a) D'un distributeur du charbon à traiter D ;

b) De deux diaphragmes fixes FF′ ;

c) D'un diaphragme mobile F″ ;

d) D'un distributeur à volume variable D′ ;

4° D'une succession de caisses pointues destinées à emmagasiner les produits classés.

Le vent souffle à gueule-bée au travers d'une nappe de charbon (supposé bien calibré au préalable) qui a, comme épaisseur, le calibre du charbon et qui est fournie par le distributeur D ; il superpose son action à celle de la gravité ; les grains légers, emportés par l'action du vent, franchissent l'arête supérieure du diaphragme F′ ; les lourds, au contraire, retournent sur le vent et forment la poussière P_1 qui rentre dans la circulation générale et ne participe pas au classement par le vent.

Le diaphragme F continue la forme du col de cygne et guide le charbon à son départ.

En ouvrant ou fermant le diaphragme F", on peut faire varier la quantité de poussier obtenu en P_3, et corrélativement la quantité de grains, un peu plus petits que les grains P_1, obtenus en P_2.

Toute la poussière qui est projetée contre la paroi de la chambre T se réunit et se rassemble à la partie inférieure en P_3, où elle est reprise et débitée par le distributeur à volume variable D'.

Si, au contraire, il y a un intérêt pratique à faire un dernier classement dans cette poussière, on peut ouvrir la porte A et laisser cracher la veine fluide ; les matières sont tout naturellement classées par équivalence, c'est-à-dire que les mobiles décrivent des trajectoires d'autant plus tendues qu'ils sont plus légers, la poussière impalpable se trouvant avoir la portée la plus longue ; une succession de caisses judicieusement compartimentées permet de recueillir les produits.

Classeur à vent de Lagrange. — Cet appareil procède du même principe que le précédent, mais il a été simplifié. Il se compose essentiellement d'un distributeur formé d'un bac et d'une vis d'étalage tournant à 70 tours et par laquelle on peut faire passer 12.000 kilogrammes à l'heure d'un poussier maigre préalablement calibré de 0 à 5 millimètres.

Le charbon tombe en nappe par une fente ménagée à la partie inférieure du bac et dont on peut faire varier la largeur. Il est reçu sur un plan incliné à 45°, très court, où il est soumis à l'action d'une lame d'air horizontale. Cet air est lancé par un ajutage rectangulaire long de 1 mètre, large de 10 millimètres (Pl. III, *fig.* 5 et 6); et le ventilateur Périgault de 80 centimètres de diamètre, tournant à 1.100 tours par minute, qui le débite sous une pression de 44 millimètres d'eau, lui a communiqué une vitesse de 26 mètres à la seconde.

Sous l'action de ce courant d'air, les particules légères franchissent l'arête supérieure d'un volet dont on peut faire varier l'inclinaison ; quand on le rapproche de la verticale, le débit de pulvérulent est moindre ou nul ; quand on l'abaisse, au contraire, le débit s'accroît rapidement, mais en même temps beaucoup de grains passent avec le pulvérulent.

Les grains lourds qui ont échappé à l'action du vent descendent le plan incliné à 45°, d'où ils sont précipités dans l'eau qui doit les transporter au classeur à eau (Spitzkasten).

L'appareil de Lagrange en fonctionnement normal traite 11.800 kilogrammes de charbons fins à l'heure, en sépare 840 kilogrammes de pulvérulent sec, et consomme 936 mètres cubes d'air à 44 millimètres d'eau de pression.

Conclusions et résultats. — Pour l'année 1893, lavées directement, les fines de Lagrange (0 à 5 millimètres ; teneur en cendres, 16,81 p. 100) donnaient :

78,34 p. 100	de charbon lavé	à 9,52	p. 100 de cendres
9,66 —	de schlamms	à 10	—
12 —	de schistes	à 70	—

La perte qu'il fallait consentir pour gagner :

$$16,81 - 9,52 = 7,29 \text{ unités de cendres}$$

était donc de $9,66 + 12 = 21,66$ p. 100, et le coefficient de perte s'élevait à :

$$\frac{21,66}{7,29} = 2,97 \text{ de charbon par unité de cendres gagnée.}$$

Depuis qu'on élimine les pulvérulents par le vent, les fines de Lagrange (0 à 8 millimètres ; teneur en cendres, 17 p. 100) donnent :

8 p. 100 de pulvérulent sec à 16 p. 100 environ

et le résidu fournit :

76,74	p. 100	de charbon lavé	à	6	p. 100
7,70	—	de schamms	à	10	—
15,56	—	de schistes	à	72,70	—

Le coefficient de perte au lavage n'est plus que de :

$$\frac{7,70 + 15,56}{10,81} = 2,15.$$

Le pulvérulent sec va aux boulets avec le poussier lavé (dont une partie est vendue directement comme greneux), et les schlamms invendables ont diminué d'un quart.

Les résultats du criblage par le vent sont donc favorables, et la Compagnie d'Anzin paraît devoir appliquer ce système à son futur siège de Wavrechain.

Il faut remarquer qu'on n'a pas eu pour but à Anzin de substituer l'air à l'eau, comme agent de classement par équivalence, et qu'on ne cherche pas à réaliser, par l'action de l'air, la séparation de la houille et du schiste. La faible densité de l'air conduirait, en effet, théoriquement, à multiplier le nombre des sortes distinctes du classement par volume, lequel est, comme on sait, le préliminaire indispensable du classement par équivalence, et on se heurterait vite dans cette voie à une impossibilité pratique. Nous n'avons demandé à l'action du vent que l'élimination à sec des pulvérulents, c'est-à-dire des menus ayant une dimension très petite par rapport aux deux autres. Ces pulvérulents salissent inutilement les eaux de lavage, collent aux grains à laver et en rendent le classement par équivalence imparfait et irrégulier.

Nous pensons que, réduite à ce but précis, l'action du vent peut rendre de réels services dans nombre d'industries, et donner des résultats aussi avantageux que ceux qu'elle a donnés à Anzin.

BULLETIN

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE L'ESPAGNE EN 1895.

1° Production des concessions.

Substances minérales	Concessions en activité	Ouvriers			Machines à vapeur		Production	
		Hommes	Femmes	Enfants	Nombre	Force en chevaux	Poids	Valeur sur place
							tonnes	francs
Fer	314	12.018	152	1.111	51	1.051	5.514.339	20.915.299
Fer argentifère	12	130	»	75	»	»	572	2.860
Wolfram	2	2	»	»	»	»	14	3.550
Pyrite de fer	8	615	25	65	11	200	60.267	151.675
Ocre	5	8	»	2	»	»	203	3.937
Plomb	441	7.770	117	1.362	177	5.640	124.195	10.261.561
Plomb argentifère	360	7.616	243	1.325	150	4.068	181.433	25.211.440
Or et argent	»	»	»	»	»	»	918	22.963
Argent	4	216	»	103	4	176	16.299	379.181
Cuivre	373	7.520	165	901	88	3.668	2.701.661	14.147.109
Cuivre et cobalt	1	65	»	»	»	»	410	32.800
Étain	4	10	2	2	»	»	17	7.500
Zinc	52	942	24	175	12	124	54.109	1.850.037
Mercure	23	1.392	9	127	8	190	33.792	6.244.073
Antimoine	3	36	»	»	1	20	44	3.500
Cobalt	1	5	2	2	»	»	7	420
Manganèse	10	195	69	75	»	»	10.162	85.216
Sel commun	59	861	125	172	12	90	326.320	4.760.491
Sulfate de soude	1	6	»	5	»	»	460	3.450
Sulfate de baryte	4	13	1	1	»	»	494	11.272
Terres alumineuses	7	7	7	»	»	»	240	5.990
Spath-fluor	1	2	»	»	»	»	27	2.025
Soufre	7	503	»	166	1	10	8.481	110.246
Phosphore	3	15	»	»	»	»	1.040	10.402
Kaolin	5	21	»	6	»	»	836	7.898
Stéatite	6	54	1	6	»	»	2.347	31.098
Topaze	1	3	»	»	»	»	kilogr. 67	6.923
Houille	634	12.357	1.104	2.069	127	3.650	1.739.075	13.241.832
Lignite	56	462	38	157	5	28	44.708	291.665
Anthracite	1	3	1	3	»	»	10	50
Roches asphaltiques	2	13	»	3	»	»	790	7.904
	2.400	52.860	2.085	7.913	647	18.915	....	97.814.367

2° Production des usines.

Substances	Production: Poids	Production: Valeur à pied d'œuvre	Nombre des usines en activité	Machines en activité: Hydrauliques: Nombre	Hydrauliques: Force en chevaux	A vapeur: Nombre	A vapeur: Force en chevaux	Ouvriers: Hommes	Femmes	Enfants	Matières élaborées
	tonnes	francs									tonnes
Fonte (*)	179.752	12.875.326									
Fer	48.462	10.269.110	16	28	1.285	304	23.340	7.430	165	922	483.042
Acier	56.801	10.946.110									
Fils de fer et d'acier	3.980	1.292.280									
Plomb	76.808	18.189.659	11	1	6	29	633	1.372	»	113	111.412
Plomb argentifère	83.978	34.581.602	23	»	»	16	392	854	»	182	192.258
Argent fin	58,5	6.804.980	3	3	36	1	8	48	»	»	1.661
Cuivre fin	7	7.600									
Cuivre noir	31.725	22.199.445	11	1	37	37	836	2.662	129	340	1.325.186
Mattes de cuivre	5.756	1.726.924									
Zinc en lingots	3.149	1.511.328	1	»	»	13	134	458	6	19	14.448
Zinc laminé	2.487	1.865.625									
Mercure	1.506	6.717.084	7	»	»	4	51	300	10	236	29.591
Sulfure jaune d'arsenic	184	91.950	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Sulfate de soude	227	14.720	1	»	»	»	»	6	»	»	316
Soufre fondu	2.231	189.652	4	?	?	?	?	?	?	?	4.340
Ciment hydraulique	149.197	1.621.069	29	22	363	25	696	550	27	78	360.493
Agglomérés de houille	342.985	6.854.935	12	»	»	14	441	276	»	50	324.034
Coke	249.058	5.230.163	13	»	»	2	11	65	»	2	344.642
Asphalte	790	51.376	1	»	»	1	24	8	»	2	790
		143.040.947	132	55	1.727	446	26.566	14.029	337	1.944	—

(*) Non compris 53.324 tonnes qui ont été totalement [illegible] ces deux métaux.

Pl.I.

…ᵗⁱᵒⁿ de Trémolin

…de la …onnière IV

Concᵉˢˢⁱᵒⁿ de Montbressieux IV

Cᶜˢˢⁱᵒⁿ de Frigerin I

Cᶜˢˢⁱᵒⁿ des …randes Flaches IV

V Cᶜˢˢⁱᵒⁿ de Combe Plaine

…de la …errerie II

IV Cᶜˢˢⁱᵒⁿ de la Pomme

Nationale

Gier

du

II …e Couzon

Pont de Gerbay

…ons appartenant à la Société des Houillères de Rive-de-Gier

d° ……… à la Société des mineurs du Gier

d° ……… aux Sieurs Maniquet et Cⁱᵉ

…concessions appartenant à la Cⁱᵉ des Grandes Flaches (en liquidation)

…ons et enclave appartenant aux Sieurs Debuit et Raymond

…n appartenant au Sieur Balp

d° ……… au Sieur Perret

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

La Fe

Rayo

3

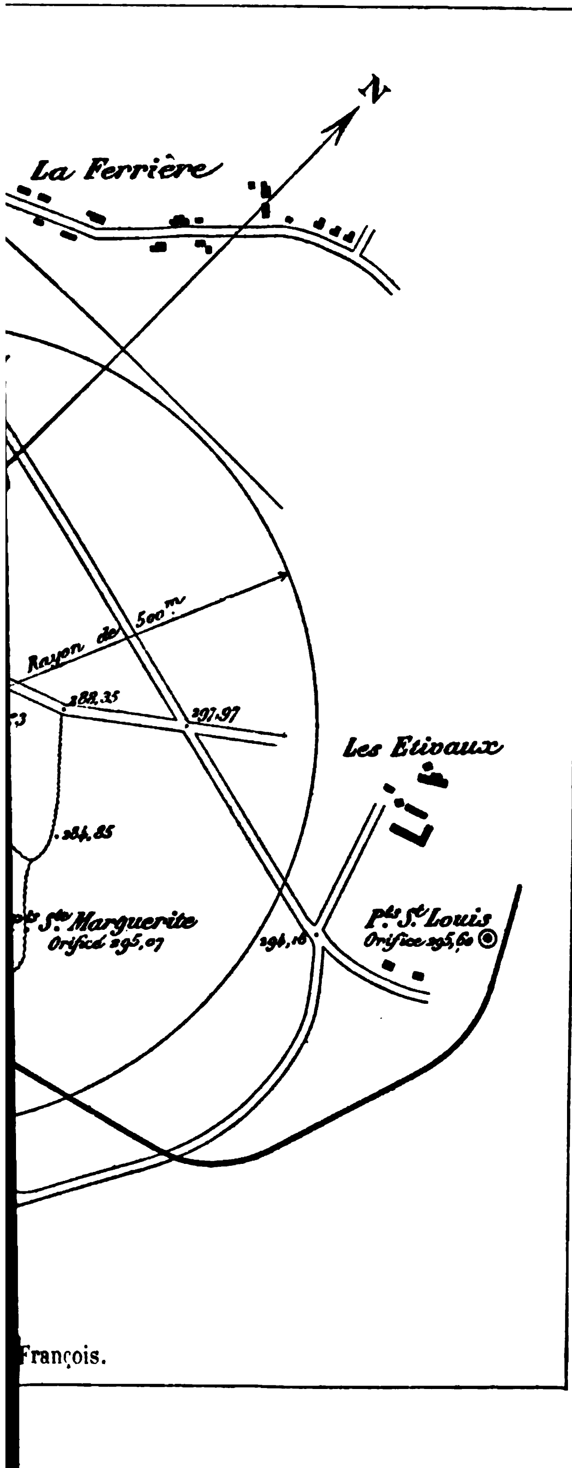

N
La Ferrière
Rayon de 500m
288,35
297,97
Les Etivaux
284,85
Ste Marguerite
Orifice 295,07
294,16
Pts St Louis
Orifice 295,60
François.

Fig. 3 et

me de classem
de

3 Vue de c



Fig. 3 et 4. Cie d'Anzin (St Louis)

…ne de classement par l'action du vent de combustibles de très petite dimension

3. Vue de côté

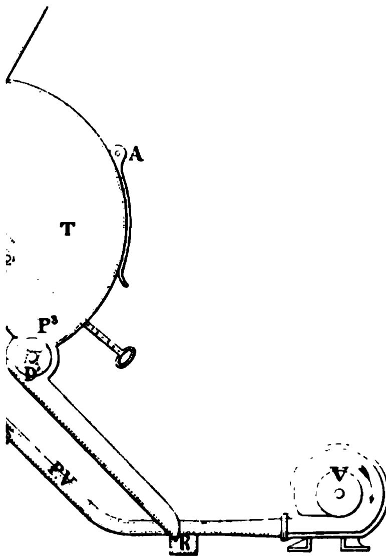


Fig. 4. Vue de face



Légende des Fig. 3 et 4.

	P^1	Poussière à 2 m/m et au-dessus
	P^2	— d° — de 1 à 2 m/m
…charbon en poussière	P^3	— d° — de 0 à 1 m/m
	D	Distributeur à volume variable
	C	Clapet de retenue à contrepoids
…ile	R	Convoyeur
…sière	A	Porte

Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

COMPAGNIE INTERNATIONALE

DES PROCÉDÉS ADOLPHE SEIGLE

ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE ET FORCE MOTRICE PAR LES HYDROCARBURES LOURDS

CHAUDIÈRES MARINES — MOTEURS FIXES
GÉNÉRATEURS DE VAPEUR POUR TRAMWAYS, VOITURES AUTOMOBILES,
EMBARCATIONS DE PLAISANCE, ETC.

SOCIÉTÉ ANONYME. CAPITAL : 2 MILLIONS

ADMINISTRATION CENTRALE : *147, rue de Courcelles, PARIS*

ÉCLAIRAGE ÉCONOMIQUE

DES FORGES, FONDERIES, LAMINOIRS, MINES, CHANTIERS, ETC.

ÉCONOMIE DE 50 A 80 0/0
Sur tous les autres systèmes d'éclairage.



LOCATION ET VENTE CONDITIONNELLE D'S APPAREILS
Demander les renseignements à l'Administration centrale.

PAR LES

GAZÉIFICATEURS ADOLPHE SEIGL

(Brevetés en Europe et en Amérique).

Appareils simples, robustes et portatif donnant avec les huiles lourdes de gou dron et autres hydrocarbures à bo marché,

même par les plus grands vent et la pluie

un énorme foyer de grande intensit lumineuse et absolument sans odeur n fumée.

ADOPTÉS PAR LES MINISTÈRES DE LA RE
ET DE LA MARINE,
LES PONTS ET CHAUSSÉE
LES COMPAGNIES DE CHEMINS D
LES GRANDES ENTREPRISES DE T UX
ET LES GRANDES INDUSTRIES DE
ET DE L'ÉTRANGER.

Cie DES MOTEURS UNIVERSELS





EXPOSITION DE ROUEN 1896. — MÉDAILLE D'OR

Système Grob, breveté S. G. D. G.

PARIS - 56, rue Lafayette, 56 - PARIS



ÉCONOMIE — **SÉCURITÉ**

Les seuls fonctionnant *sans reproche* au pétrole d'éclairage ordinaire et sans carburateur.

PLUS DE 3,500 MOTEURS EN MARCHE

Consommation de pétrole, environ un demi-litre par cheval-heure

57 Médailles d'Or et d'Argent. — Toute garantie.

COMPAGNIE FRANÇAISE
POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
THOMSON - HOUSTON

CAPITAL : **5.000.000** DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto ...elles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Erfurt Remscheid. — Barmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EN SERVICE ...S LE MONDE ENTIER

...000 kilomètres de ligne

...3,000 voitures



ÉCLAIRAGE A ARC ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

PARIS 27, Rue de Londres PARIS

EXPLICATION DES PLANCHES.

JANVIER.

Pl. I. — La Mine aux Mineurs de Rive-de-Gier.
Pl. II. — Étude des conditions d'établissement des dynamitières souterraines.
Pl. III. — Séparation des charbons pulvérulents par l'action d'un courant d'air.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. Vicq-Dunod et Cie.

ANNALES
DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XI.

2e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

FÉVRIER.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

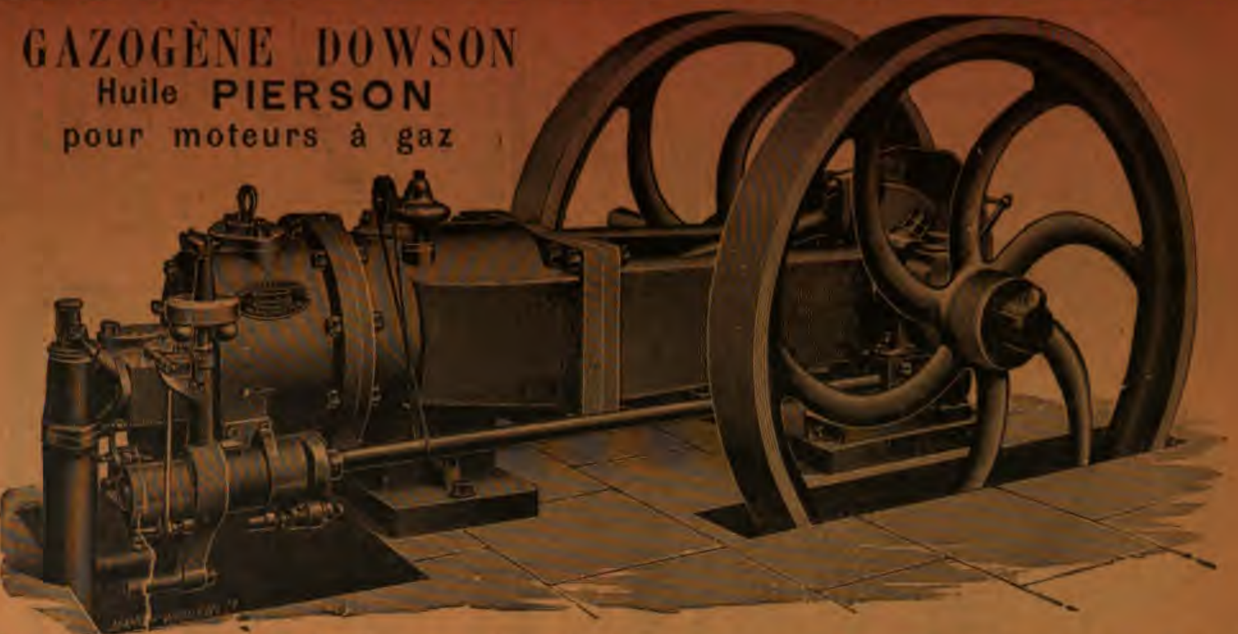
BULLETIN.

MOTEURS À GAZ CROSSLEY

GAZOGÈNE DOWSON

Huile PIERSON

pour moteurs à gaz



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que ***600*** à ***700*** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

J. & O.-G. PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

PLUS DE **40.000** MOTEURS EN MARCHE

Dont 26.700 *sortis de la Maison CROSSLEY*

DE 1/2 A 140 CHEVAUX

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE
POUR LA
FABRICATION DE LA DYNAMITE
Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES { **à Paulilles, près Port-Vendres** (Pyrénées-Orientales).
à Ablon, près Honfleur (Calvados).

Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinée, n° 1 a l'ammoniaque, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau. Dynamites, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1er août 1890)

Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le charbon.

Mèches de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorces, Câbles, Fils et Appareils électriques pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE **SOCIÉTÉ ANONYME** TÉLÉPHONE

D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000.000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

SAINT-MARTIN-DE-CRAU

VILI ... CIANA



DYNAMITES,

GOMMES ET GRISOUTINES

MÈCHES

DÉTONATEURS, CABLES

FILS

ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

a ... ...t être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.

TRÉFILERIE & CORDERIE MÉCANIQUES

DE LA

COMMISSION DES ARDOISIÈRES D'ANGERS

LARIVIÈRE & CIE

CH. FOUINAT

TÉLÉPHONE — 170, Quai Jemmapes, PARIS — TÉLÉPHONE

CORDAGES MÉTALLIQUES RONDS & PLATS

EN FER, ACIER, CUIVRE

Pour Mines, Carrières, Houillères, Plans inclinés, Cabestans, Appareils à lever, Manœuvres courantes et dormantes de marine et de batellerie, Transmission de force motrice, Signaux, Horlogerie, Paratonnerres, Puits, Clôtures

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

Membre du Jury — Hors Concours

DEUX GRANDS PRIX : ANVERS 1894

ENVOI FRANCO DE TOUS RENSEIGNEMENTS

C^IE FRANÇAISE DES MÉTAUX

Société anonyme au capital de **25** millions de francs

Siège social : 10, rue Volney. — PARIS

USINES :

Deville-lès-Rouen (Seine-Inf.), **Castelsarrazin** (Tarne-et-Garonne), **Sérifontaine** (Oise), **Givet** (Ardennes), **Bornel** (Oise), **Saint-Denis** (Seine) et **Paris**, rue Vieille-du-Temple, 76

FONDERIE, LAMINAGE, ÉTIRAGE, EMBOUTISSAGE & TRÉFILERIE

de Cuivre, Laiton, Plomb, Étain, Zinc, Nickel, Maillechort, etc.

TUBES EN CUIVRE ROUGE ET LAITON SOUDÉS ET ÉTIRÉS

TUBES GRAVÉS POUR HORLOGERIE, OPTIQUE, ORNEMENTS D'ÉGLISES ET APPAREILS D'ÉCLAIRAGE

...ures de tous genres pour l'ébénisterie et l'ameublement. Appareils de stéarinerie et de sucrerie. Fils en cuivre rouge, demi-rouge, laiton et maillechort. Cuivre rouge et laiton en lingots et en barres

Fa... ...monnaies en cuivre rouge, bronze, maillechort et nickel

...S EN CUIVRE ROUGE POUR FOYERS DE LOCOMOTIVES

... et grains de lumière pour canons. — Ceintures de projectiles

... en cuivre rouge sans soudure. Rouleaux en cuivre pour impression

...AIN ... ...OTS ET EN FEUILLES POUR CHOCOLATIERS, PARFUMEURS ET AUTRES USAGES

... ...ts, en tables et en tuyaux. Tuyaux en plomb doublés d'étain

TUBES ... S SANS SOUDURES, POUR CHAUDIÈRES ET CONDUITES A HAUTE PRESSION

...LITÉ DE TUBES MINCES, LÉGERS ET SOLIDES

Po... ...tion des CYCLES, BICYCLETTES, TRICYCLES, ETC., ETC.

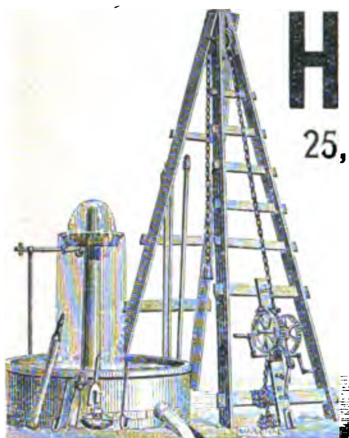
... ...arons (brevets SERVE). — Enveloppes d'obus en acier

...ILS MAILLECHORT ET NICKEL POUR TOUS USAGES

...le haute conductibilité pour usages électriques

...LLIAGES EN PLANCHES EN FILS & EN TUBES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE FORAGES ET SONDAGES



H. BECOT Ingr civil (A. et M.)

25, rue de la Quintinie, PARIS-VAUGIRARD

RECHERCHES D'EAU

De Mines, Pétrole, Sel, etc.

PUITS ARTÉSIENS, PUITS ABSORBANTS

PUITS D'AÉRAGE

Consolidations par injections de ciment

ÉTUDES DE TERRAINS

FORAGES A GRANDES SECTIONS

CAPTAGE DE SOURCES

VENTE D'APPAREILS ET OUTILS DE SONDAGES

Pour Missions scientifiques, Entreprises coloniales, etc.

…RIE ET FUMISTERIE INDUSTRIELLES

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE CONSTRUCTION ET INSTALLATION D'USINES — MÉDAILLE de vermeil 1893

…893

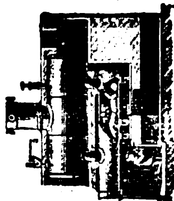
CHEMINÉES EN BRIQUES ET EN TÔLE

CHAUDRONNERIE EN FER ET EN CUIVRE EN TOUS GENRES

…ATIONS, PIQUAGE ET NETTOYAGE DES CHAUDIÈRES A VAPEUR DE TOUS SYSTÈMES

PRÉPARATION DES ÉPREUVES DÉCENNALES DES APPAREILS A VAPEUR

NOUVEAU SYSTÈME DE FOYER MÉTALLIQUE ET APPAREIL FUMIVORE BREVETÉ S. G. D. G.

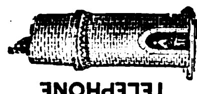


TÉLÉPHONE

MIN DÉROCHE

21, rue Labois-Rouillon, PARIS

TÉLÉPHONE



Massifs de Machines, Fournitures pour Usines

RÉSERVOIRS EN CIMENT, EN TÔLE, ETC.

Fours pour toutes Industries

Applications générales de l'électricité. — Installations particulières

PLANS ET DEVIS SUR DEMANDE

MAISON FONDÉE EN 1863

L. DUMONT

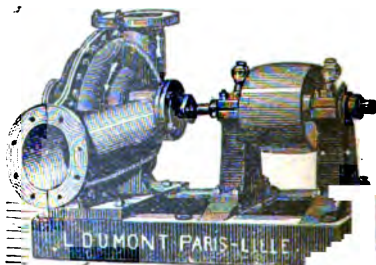
PARIS, 55, rue Sedaine

LILLE, 100, rue d'Isly

POMPES CENTRIFUGES

MÉDAILLE D'OR

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889



APPLICABLE AUX MANUFACTURES EN…

ET POUR TRAVAUX D'ÉPUISE…

POMPES, CONJUGUÉES POUR GRANDES…

SUPÉRIORITÉ JUSTIF…

PAR

8.500 APPLICA…

Envoi franco du Cat…

SOCIÉTÉ ANONYME

HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINI

MACHINES D'EXTRACTION

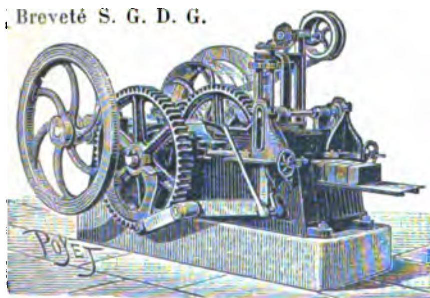
MACHINES D'ÉPUISEMEN

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS ET CHA

MACHINE A BRIQUETTE

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûte

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFO

Pression élastique. — Cohésion 80

Agglomération de minerais de fer ou de mang résidus de pyrites ou autres matières à l'éta vérulent pour en faciliter le traitement da hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉ

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons mai la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures, à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaufferettes de vo
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion, Engrais, Charbons, Minerais, etc.
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS OU A VAPEUR, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre, etc.

FOURS SECHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS, MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉDAILLES D'OR **CONSTRUCTEURS — PARIS** 4 MÉDAILLES D'A

...ETS D'INVENTION

C. BLETRY Aîné, Ingénieur-Cons
Successeur de **BLÉTRY Frères**, maison fondée
... boulevard de Strasbourg — PARIS

RECHERCHES SUR LA DISSOLUTION

Par M. LE CHATELIER, Ingénieur en chef des Mines,
Professeur à l'École supérieure des Mines.

L'objet de ce mémoire est de résumer les résultats théoriques relatifs à la dissolution, que j'ai antérieurement déduits des principes de la thermodynamique, et de donner les résultats expérimentaux de recherches plus récentes que j'ai faites sur la solubilité mutuelle ou la fusibilité des sels fondus et de quelques alliages. Je commencerai par rappeler certaines propriétés générales de la matière qu'il est important d'avoir bien présentes à l'esprit dans l'étude de la dissolution.

INTRODUCTION.

1° DES DIVERS ÉTATS DE LA MATIÈRE.

État cristallisé, état amorphe. — La matière peut se présenter sous deux états entre lesquels il existe une différence absolument tranchée, et qui ne peuvent être reliés l'un à l'autre par des états intermédiaires formant une série continue : c'est l'*état cristallisé* et l'*état amorphe*.

L'*état cristallisé* est caractérisé par ce fait que les propriétés de la matière comportant une orientation varient autour de chaque point avec la direction considérée et que cette variation se fait suivant une loi définie qui est

la même en tous les points d'une même masse homogène. C'est-à-dire que, dans une semblable masse, les propriétés relatives à des directions parallèles sont identiques en tous les points. Parmi les propriétés comportant une orientation, il faut, tout d'abord, citer : la vitesse de la lumière dont les grandeurs inégales produisent dans les lames minces examinées en lumière polarisante ces jeux de couleur dont la cristallographie tire un si grand parti ; la conductibilité calorifique étudiée par Sénarmont sur des lames cristallines enduites d'un corps fusible ; les clivages que le lapidaire utilise dans la taille des diamants ; enfin, les formes géométriques dont l'observation si simple révèle à première vue aux chimistes l'existence de l'état cristallisé. Ce dernier caractère, malgré son évidence, ne doit être classé qu'au dernier rang parmi les caractères des cristaux, parce qu'il peut facilement être détruit, ce qui n'est pas le cas des précédents. Ainsi les cristaux brisés de quartz qui constituent le sable ordinaire ne sauraient par leur forme être distingués de fragments de verre ; leur examen optique, au contraire, montre immédiatement qu'il s'agit d'un corps cristallisé.

La plupart des corps solides, surtout parmi ceux qu'étudie la chimie minérale, ne nous sont connus qu'à l'état cristallisé. On parle cependant souvent dans le langage courant de la chimie des précipités amorphes. C'est là une expression vicieuse que l'on applique : soit à des corps certainement cristallisés, comme le sulfate de baryte, le carbonate de chaux, l'oxalate de chaux ; soit à des corps dont l'état réel nous est inconnu, comme le chlorure d'argent, les sulfures métalliques précipités, les oxydes de fer, d'aluminium, etc., mais que, par raison d'analogie, on doit supposer être cristallisés. Il suffit en effet de ralentir leur formation pour les obtenir au laboratoire en petits cristaux, et ils se trouvent dans la nature en cristaux relativement volumineux. Tous ces corps sont seule-

ment trop ténus pour que nous puissions facilement y reconnaître, avec les procédés dont nous disposons, l'existence de l'état cristallisé. Cette difficulté est particulièrement sérieuse pour les corps cristallisés dans le système cubique, même lorsqu'ils se présentent en fragments de grosses dimensions, parce que, en raison de la symétrie spéciale du cube, les propriétés optiques sont identiques dans toutes les directions; on ne peut s'appuyer pour cette reconnaissance que sur la forme extérieure des cristaux, les plans de clivages, les figures de corrosion, c'est-à-dire sur des caractères accessoires qui peuvent manquer.

L'*état amorphe* est l'état qui n'est pas cristallisé, c'est-à-dire un état dans lequel toutes les propriétés, quelles qu'elles soient, sont identiques dans toutes les directions autour de chaque point. On peut citer tous les corps liquides ou gazeux et les corps solides dits vitreux, tels que l'acide borique, l'acide silicique, l'acide phosphorique obtenus par fusion, et certains de leurs dérivés également soumis à une fusion préalable, le feldspath, le borate de zinc, le borax fondu, les laitiers acides des hauts-fourneaux et, d'une façon générale, tous les verres. On peut citer encore, parmi les corps minéraux, le soufre mou suffisamment refroidi, l'acide arsénieux fondu, le chlorure de zinc fondu et brusquement refroidi. Parmi les composés organiques, on doit citer les résines, gélatines, gommes, albumines.

Accidentellement, dans certains corps amorphes, les propriétés varient autour de chaque point, mais d'une façon irrégulière; ces anomalies se produisent dans les corps trempés, c'est-à-dire refroidis brusquement depuis une température où ils étaient plus ou moins fluides. Ils ne reprennent pas alors leur densité primitive, et il se produit des tensions internes variables d'un point à l'autre qui modifient indirectement les autres propriétés, entre autres les propriétés optiques.

La distinction des états amorphe et cristallisé se fait principalement en utilisant les propriétés optiques et l'aspect de la cassure qui, pour les corps cristallisés, présente des facettes planes, indice des plans de clivage, ou des faces terminales suivant lesquelles différents cristaux se sont accolés. Pour les corps opaques, comme les métaux, on examine des surfaces polies après attaque aux acides, de façon à mettre en évidence les contours des cristaux.

État solide, état liquide, état gazeux. — On peut, en se plaçant à un point de vue différent, établir une autre distinction entre les divers états de la matière. On peut les classer en corps solides, liquides et gazeux. C'est la distinction la plus usuelle ; c'est en effet la plus importante au point de vue pratique, au point de vue des usages auxquels nous employons les différents corps pour nos besoins. Les murs de nos maisons, les organes de nos machines exigent l'emploi de corps solides ; on ne pourrait leur substituer des liquides, dépourvus de rigidité ; la vapeur qui fonctionne dans les cylindres de nos machines ne pourrait être remplacée par un corps solide dépourvu d'élasticité. Mais, au point de vue scientifique, cette distinction a bien peu d'intérêt et en aura de moins en moins, au fur et à mesure des progrès de la science. En effet, si l'état cristallisé est toujours solide, l'état amorphe passe d'une façon continue de la solidité absolue à la gazéification parfaite par une série d'étapes intermédiaires entre lesquelles il n'existe aucune solution de continuité, malgré les dénominations diverses qu'on leur donne. Les solides et les liquides se raccordent en passant par le point critique. De plus, les corps réels ne possèdent jamais rigoureusement les qualités que nous attribuons théoriquement aux solides, liquides et gaz parfaits. Les solides dans l'état amorphe, le seul considéré

en ce moment, ne sont jamais doués d'une élasticité parfaite : on sait que les verres éprouvent à la longue des déformations permanentes sous l'action des efforts les plus faibles; les liquides n'ont jamais une fluidité parfaite : ils sont tous plus ou moins visqueux; enfin, les lois qui caractérisent les gaz dits parfaits ne sont que grossièrement satisfaites par les mesures expérimentales faites sur les gaz réels. Quand la science sera plus avancée, toutes les lois spéciales aux gaz, aux liquides et aux solides disparaîtront, pour être remplacées par des lois plus générales et plus précises, relatives à tout l'ensemble de l'état amorphe. Un premier pas a été fait dans cette voie par l'équation des fluides de Van der Waals.

Il n'existe donc, en résumé, que deux états distincts de la matière : l'état cristallisé et l'état amorphe, qui ont chacun leurs lois propres.

Un même corps peut exister à l'état amorphe et à l'état cristallisé; il peut passer d'un état à l'autre dans un sens et dans l'autre, en faisant varier certaines conditions de pression ou de température. Cette cristallisation et la transformation inverse (vitrification, fusion, vaporisation) obéissent à des lois simples aujourd'hui bien connues qu'il suffit de rappeler :

Il n'y a, à une température et à une pression données, qu'un seul état qui soit stable. La transformation d'un état à l'autre se produit brusquement et d'une façon réversible à une série de pressions et températures correspondantes reliées par l'équation de Clapeyron-Carnot. La cristallisation étant toujours accompagnée d'une perte de chaleur, il en résulte, d'après les lois connues de la thermodynamique, que la région de stabilité de l'état cristallisé correspond aux températures inférieures à celles de cristallisation, et celle de l'état amorphe aux températures supérieures.

Ces transformations ne sont pas absolument instanta-

nées, il existe toujours un léger retard à la cristallisation qui semble être une condition essentielle au développement de cristaux un peu volumineux. Dans certaines conditions le retard peut se prolonger indéfiniment et constitue alors ce que l'on appelle le phénomène de surfusion; l'état amorphe subsiste alors à des températures où l'état cristallisé serait seul normalement stable. La surfusion de l'eau, du soufre, du phosphore en sont des exemples bien connus. Cette surfusion n'est qu'exceptionnelle et passagère, quand le point de cristallisation correspond à la période de liquidité de l'état amorphe; elle est, au contraire, normale quand ce point correspond à la période de pâtosité de l'état amorphe, ce qui est le cas d'un certain nombre de borates et silicates dont la cristallisation est, par ce motif, difficile à obtenir: le borate sesquizincique en est un excellent exemple. Enfin, quand le point de cristallisation correspond à la période de solidité de l'état amorphe, ce qui semble être le cas de l'acide silicique, de l'acide borique et du feldspath, etc., la cristallisation directe est impossible. Ces corps ne peuvent être obtenus à l'état cristallisé que par l'emploi de dissolvants encore fluides à des températures plus basses.

États allotropiques. — Toutes les propriétés des corps varient avec la température et la pression qu'ils supportent, c'est-à-dire avec des conditions qui leur sont en quelque sorte extérieures; mais, en général, elles reviennent à leur grandeur primitive en même temps que les conditions extérieures auxquelles ces corps sont soumis. Ce que l'on peut encore exprimer en disant que les propriétés d'un corps donné sont une fonction définie de sa pression et de sa température. Dans certains cas, les choses ne se passent pas ainsi; on pourra ramener la pression et la température à leur valeur initiale sans que les propriétés en fassent autant.

Trois cas peuvent se présenter.

1° Le corps homogène primitivement mis en expérience se décompose en plusieurs corps différents qui peuvent, suivant les cas, se séparer ou rester mêlés. L'iodure d'azote chauffé donnera de l'iode et de l'azote, que l'on trouvera séparés après le refroidissement. Le chlorure d'azote donnera un mélange de chlore et d'azote; mais, malgré l'homogénéité du mélange, on reconnaîtra facilement à la couleur et à l'odeur la présence d'un nouveau corps, le chlore. C'est là une décomposition chimique.

2° Le corps peut, après retour aux conditions initiales, être passé de l'état amorphe à l'état cristallin, ou inversement. Ainsi, le feldspath naturel, qui est cristallin, chauffé à 1.200°, puis refroidi, devient vitreux, c'est-à-dire amorphe. Au contraire, le borate de zinc vitreux, quand il a été chauffé assez longtemps vers 700°, cristallise et garde le même état après refroidissement. C'est là le changement d'état proprement dit.

3° Il peut arriver, enfin, que le corps, sans éprouver ni décomposition chimique, ni changement d'état (cristallin ou amorphe), se présente dans les mêmes conditions de pression et de température avec des propriétés tout à fait différentes. C'est le cas, par exemple, du phosphore blanc et du phosphore rouge. Ces différents états d'un même corps ont reçu le nom de modifications allotropiques. Cette dénomination a été étendue à des modifications que nous ne savons pas faire coexister à la même température, mais qui sont tellement différentes des modifications que produisent normalement dans les corps les variations de température, et tellement analogues aux modifications allotropiques proprement dites, qu'il est impossible de les en séparer. Les modifications allotropiques existent aussi bien dans l'état cristallisé que dans l'état amorphe.

Dans l'état cristallisé, l'allotropie se manifeste, tout

d'abord, par l'existence chez un même corps de plusieurs formes cristallines différentes. Ces formes sont toujours en nombre limité, et il n'y a pas de passage continu de l'une à l'autre. L'allotropie cristalline est généralement désignée, en raison de ce fait, sous le nom de polymorphisme. En même temps que la forme, toutes les autres propriétés du corps sont modifiées. Ainsi pour le soufre, la variété prismatique et la variété octaédrique possèdent des propriétés optiques différentes, des densités différentes, des chaleurs de combustion différentes, etc. Deux variétés allotropiques sont, presque à tous les points de vue, des corps différents ; leur seul caractère commun est de pouvoir donner, en entrant en combinaison, des composés chimiques identiques. Comme autre exemple bien connu d'allotropie, on peut citer les deux variétés rouge et jaune de l'iodure de mercure ou de l'oxyde de plomb.

Les différentes variétés allotropiques d'un même corps peuvent généralement passer de l'une à l'autre, sous l'influence de variations convenables de pression ou de température, parfois même sans aucune variation semblable. Ainsi l'iodure rouge de mercure, chauffé jusque vers 150°, se transforme immédiatement en iodure jaune ; et celui-ci à la température ordinaire se transforme spontanément, mais lentement, en iodure rouge. En étudiant ces phénomènes de transformations allotropiques, on a reconnu qu'ils obéissaient aux lois suivantes, identiques à celles du changement d'état.

Première loi. — *Il n'y a, à une température et une pression données, qu'une seule modification allotropique stable ;* les autres ne peuvent généralement être conservées que d'une façon transitoire, elles tendent à se transformer spontanément, comme le fait l'iodure jaune de mercure. Le plus souvent, les modifications non stables ne peuvent que difficilement être conservées ;

par exemple, l'azotate de potasse rhomboédrique, obtenu par refroidissement rapide d'une solution saturée à chaud, ne se conserve généralement pas plus de quelques secondes. Pour l'iodure d'argent, la variété cubique stable à chaud n'a pu être encore conservée à la température ordinaire. Malgré cela, on ne peut hésiter à ranger la transformation de l'iodure d'argent, et les transformations semblables, dans la catégorie des transformations allotropiques : parce qu'elle est accompagnée, comme pour l'iodure de mercure, d'un changement de symétrie cristalline que ne produisent pas normalement les changements de température, d'un changement de couleur et d'un changement de densité beaucoup plus considérable que ceux dus à de simples variations de température ; et surtout ces changements se produisent d'une façon absolument brusque.

Pendant longtemps l'allotropie cristalline, découverte par Haüy sur le carbonate de chaux (aragonite et calcite), n'a été reconnue que dans les cas semblables, tout à fait exceptionnels, où les diverses variétés se conservent facilement à la température ordinaire. Ces cas étant très rares, le phénomène d'allotropie passait pour une anomalie ; mais, depuis les travaux de Lehman, Mallard, Wyrouboff, on sait que les corps qui ne présentent pas de modifications allotropiques sont, au contraire, l'exception. C'est ainsi que l'azotate d'ammoniaque présente trois transformations entre la température ambiante et son point de fusion ; le sulfate de soude, quatre au moins, et peut-être cinq, etc. L'étude de l'allotropie devra donc nécessairement prendre dans la chimie une place autrement importante que celle qui lui est faite aujourd'hui.

Deuxième loi. — *Les transformations allotropiques se produisent brusquement et d'une façon réversible à une série de pressions et températures correspondantes,*

reliées entre elles par l'équation de Clapeyron-Carnot.

Lorsqu'on chauffe l'iodure d'argent sous la pression atmosphérique, on le voit brusquement se transformer d'une façon totale à la température de 126°. Pendant le refroidissement, la transformation inverse se produit exactement à la même température. Le même résultat est obtenu en laissant la température constante et élevant la pression au voisinage de 5.000 atmosphères. Ces pressions et températures correspondantes sont liées par la relation connue de Clapeyron-Carnot :

$$V\,dp + 425\,L\,\frac{dt}{t} = o,$$

dans laquelle L est la chaleur latente, et V le changement de volume accompagnant la transformation effectuée sous les tensions p et t.

Dans le cas où la transformation ne se fait pas instantanément, comme c'est le cas du soufre, de l'iodure de mercure, l'existence de points définis de transformation totale et la réversibilité de cette transformation sont plus difficiles à reconnaître ; elles n'en existent pas moins, comme l'ont montré les expériences très précises de M. Reicher. Pour le soufre, le point de transformation réversible est à 95°,6. A 1/10 de degré au-dessus de cette température, le soufre octaédrique se transforme totalement en soufre prismatique, et à 1/10 de degré en dessous la transformation inverse se produit, mais cela demande des journées entières. Pour l'iodure d'argent, il suffit, pour réaliser la transformation, d'un temps inappréciable, une fraction de seconde.

L'équation ci-dessus des points de transformation peut être représentée graphiquement par une courbe qui divise le plan en deux régions : dans chacune d'elles, une seule des variétés est stable. On peut immédiatement savoir quelle est la région de chaque variété en appliquant la

règle suivante, qui est une conséquence nécessaire des principes de la thermodynamique. Si l'on prend comme ordonnées les pressions, et pour abscisses les températures (ou encore les logarithmes de températures, pour avoir des courbes s'éloignant moins d'une droite), la région dans laquelle est stable la variété dont le volume est le plus petit est située par rapport à la courbe du côté des pressions croissantes; celle dans laquelle est stable la variété contenant le plus de chaleur est située du côté des températures croissantes.

Dans l'état amorphe, il existe encore des modifications allotropiques, mais leur existence est beaucoup plus difficile à reconnaître. En premier lieu, il n'est presque jamais possible, sauf peut-être pour le soufre mou et le soufre fondu ordinaire, de conserver à une même température deux modifications allotropiques d'un même corps. En second lieu, les différences de propriétés qui caractérisent ces diverses modifications ne sont pas, comme les changements de forme cristalline, des phénomènes entièrement différents de ceux qui résultent des variations de température; ils sont, au contraire, identiques comme nature et ne s'en distinguent que par la loi de leur variation en fonction des variations de la température. Il suffit de rappeler quelques-uns des caractères qui ont été utilisés pour l'étude de l'allotropie amorphe. Dans le cas des gaz et vapeurs, toute dérogation importante à la loi de dilatation qui porte le nom de Gay-Lussac, c'est-à-dire à la loi de proportionnalité des densités à l'inverse des températures absolues, est considérée comme l'indice certain d'une modification allotropique. On peut citer l'iode, le soufre, l'acide acétique, etc., dont les densités de vapeur anormales ont été l'objet de travaux et de discussions nombreuses. Dans le cas des liquides, un changement rapide des chaleurs d'échauffement, surtout s'il est limité à une étendue restreinte de l'échelle des températures, un

accroissement de viscosité sont considérés comme une indication des modifications allotropiques. Ces deux caractères ont trouvé leur application dans l'étude du soufre fondu. Toute propriété mesurable, dont la variation pour la température obéit pour un ensemble suffisant de corps à une loi uniforme, peut être utilisée de la même façon. Parmi ces propriétés, M. Ramsay a utilisé dernièrement la tension capillaire. Après avoir établi que, pour une centaine de liquides différents, cette tension varie en fonction de la température suivant une loi identique, il a pu en conclure qu'un certain nombre de corps qui font exception à cette loi, l'eau, les alcools, l'acide acétique, présentent certainement des modifications allotropiques.

La transformation allotropique dans l'état amorphe, contrairement à ce qui a lieu dans l'état cristallisé, se fait d'une façon continue et progressive ; mais, pratiquement, cette transformation s'effectue totalement dans un intervalle limité de température. En dehors de ces limites, les perturbations caractéristiques de la transformation échappent aux mesures expérimentales, et l'on peut admettre qu'il n'existe plus qu'une seule des modifications allotropiques. Ainsi, pour le soufre, la viscosité décroît régulièrement de 100 à 200°, et ensuite de 300 à 400°, tandis qu'entre 300 et 400° elle avait, à un certain moment, été en croissant. Au-dessous de 200°, il n'y a donc que du soufre normal, et au-dessus de 300° que du soufre mou. Dans la période de transformation, on peut admettre, c'est du moins là l'hypothèse la plus simple, que les deux modifications extrêmes coexistent mêlées ensemble et que les proportions du mélange seules varient d'une façon continue avec la température. Cette manière d'envisager les phénomènes de transformation allotropique est, d'ailleurs, tout à fait conforme aux lois générales de la mécanique chimique. Les transformations chimiques réversibles quelconques produites par une variation de température,

sont brusques quand les états extrêmes de la réaction chimique restent séparés sans mélange, simplement juxtaposés (dissociation du carbonate de chaux, par exemple); cette condition est remplie dans la transformation allotropique de l'état cristallisé; la transformation chimique est, au contraire, progressive, dans le cas où les états extrêmes de la réaction sont mêlés (dissociation de l'acide carbonique, des sels dissous, etc.); cette condition serait remplie dans la transformation allotropique de l'état amorphe.

L'étude de ces transformations allotropiques de l'état amorphe n'avait été abordée jusqu'à ces derniers temps que d'une façon accidentelle; avant les travaux de M. Ramsay, l'importance capitale de cette question n'avait pas été suffisamment comprise. Il résulte, en effet, de ces travaux que l'eau et l'alcool, nos deux dissolvants les plus usuels, doivent, en raison de la complication de leur constitution, introduire des perturbations considérables dans l'équilibre des systèmes dissous. C'est pour cela que la branche de la mécanique chimique qui concerne les dissolutions est encore si peu avancée, malgré les travaux nombreux dont elle a été l'objet. Pour la faire progresser, il faut provisoirement laisser de côté les solutions aqueuses et alcooliques, pour ne reprendre leur étude que lorsque les lois relatives aux dissolutions des corps normaux seront connues d'une façon un peu plus précise.

La place importante faite dans cette introduction aux modifications allotropiques des corps est motivée, d'une part, par ce fait que c'est la découverte, faite par Ramsay, de l'allotropie de l'eau, qui m'a conduit à entreprendre l'étude de la solubilité mutuelle des sels fondus; d'autre part, par ce second fait que je n'ai pu de cette étude tirer certaines conclusions générales que j'y cherchais, en raison des complications causées par l'allotropie cristalline des sels fondus.

2° DES MÉLANGES.

La dissolution est un mélange, mais les corps peuvent être mêlés dans des conditions notablement différentes ; il est important de passer rapidement en revue les différentes espèces de mélanges, afin de bien limiter le domaine de la dissolution et de connaître ses points de contact avec les catégories différentes de mélanges.

Combinaison chimique. — De tous les mélanges la combinaison chimique est la seule qui ait été jusqu'ici l'objet d'études un peu complètes ; cette étude fait aujourd'hui l'objet exclusif de la chimie. Sa définition est généralement considérée comme trop simple pour mériter de s'y arrêter ; c'est là une erreur qui a été la cause de bien des confusions et a fait encombrer la chimie de combinaisons fictives, qui n'ont jamais eu d'existence que dans l'imagination des savants qui avaient cru les découvrir. Cette définition, d'ailleurs, est difficile à donner d'une façon simple, en dehors de l'état cristallisé, et il est plus difficile encore d'en faire l'application pratique. On peut employer la définition suivante :

La combinaison est un mélange homogène de composition définie, c'est-à-dire dans lequel il est impossible de faire varier, d'une façon continue, la proportion des constituants sans qu'il se produise un changement brusque des propriétés du mélange. La proportion correspondant à ce changement brusque est celle de la combinaison proprement dite. Dans le cas de l'état cristallisé, la propriété la plus simple est l'homogénéité, qui n'est réalisée que pour une seule proportion des corps composants. Pour une proportion différente, il reste juxtaposé aux cristaux du composé chimique un excès de l'un ou l'autre des

composants. Cependant, ce caractère tombe en défaut dans le cas des précipités très ténus, qui échappent à nos procédés d'observation. Il faut alors recourir aux mêmes propriétés que dans l'état amorphe, c'est-à-dire aux changements de coloration, aux variations de densité, aux chaleurs de réaction que l'on utilise de la façon suivante. Soit, par exemple, un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, que l'on fait détoner dans un vase clos disposé de façon à permettre de mesurer la chaleur de réaction et le volume gazeux restant. Si l'on opère successivement dans des mélanges renfermant, pour 1 volume d'oxyde de carbone, des quantités croissantes d'oxygène, on constate que, tout d'abord, la chaleur de réaction croît proportionnellement au volume d'oxygène employé, tandis que le volume restant demeure constant. Puis, brusquement, quand on dépasse la proportion de 1/2 volume d'oxygène pour 1 volume d'oxyde de carbone, la chaleur de combustion cesse d'augmenter et, au contraire, le volume se met à croître régulièrement. C'est là le caractère d'une combinaison chimique. Parmi les mélanges cités à tort, dans certains traités de chimie, comme étant de véritables combinaisons, mais qui ne présentent pas le caractère nécessaire de discontinuité, on peut citer, entre beaucoup d'autres : les mélanges d'eau et d'acide à point fixe d'ébullition, dont la tension de vapeur est, en fait, une fonction continue de la composition du mélange ; le borax anhydre qui a tous les caractères d'un mélange de borate monosodique et acide borique, et tous les borates acides anhydres ; les alliages eutectiques, les cryohydrates de Guthrie et, en général, tous les alliages à point de fusion minimum ; les oxydes de fer, dits oxydes des battitures, qui varient d'une façon continue depuis le protoxyde jusqu'à l'oxyde magnétique ; les miniums de Fremy, qui sont un mélange de litharge et de l'oxyde salin Pb^3O^4 ; certains ferrites et manganites alcalins, etc.

On remarquera, en passant, que la prétendue loi chimique des proportions définies n'est qu'une définition. Lorsque Berthollet affirmait que la combinaison chimique peut se faire en proportions variables, il n'était nullement en contradiction avec une des lois fondamentales de la chimie, il employait seulement le mot combinaison dans une acception différente de celle que nous lui donnons aujourd'hui. Pour lui, tout mélange homogène dans lequel les propriétés des constituants n'étaient pas rigoureusement conservées était une combinaison. Sa seule erreur a été de vouloir faire rentrer dans la catégorie des combinaisons à proportions variables un certain nombre de combinaisons, qui étaient en réalité à proportions définies ; mais, en restant sur le terrain expérimental où il se plaçait, de semblables erreurs ne pouvaient être évitées qu'au fur et à mesure des progrès de l'analyse chimique. Aujourd'hui, nous versons dans l'erreur inverse, en faisant rentrer de force, dans la catégorie des combinaisons définies, des mélanges à proportion variable.

Il est un groupe de phénomènes très importants dans lequel il nous est impossible, parfois, de caractériser avec exactitude l'existence de combinaisons définies : c'est celui qui se rapporte à la dissociation des systèmes homogènes. Nous ne pouvons, dans ces systèmes, conclure à l'existence de combinaisons définies que par voie d'analogie ; il faut que nous puissions les amener à des conditions de température dans lesquelles la dissociation n'existe plus, reconnaître dans ces conditions l'existence de combinaisons, et admettre qu'elles subsistent partiellement pendant la période de dissociation. Mais il est bien des cas où cette méthode est inapplicable, où il est impossible d'amener un semblable mélange sans modifier son état en dehors de la période de dissociation. C'est le cas des solutions aqueuses dans lesquelles nous ne pouvons reconnaître avec certitude l'existence d'hydrates ; des

alliages fondus dans lesquels nous ne pouvons davantage préciser l'existence de combinaisons définies.

Mélange isomorphe. — Les mélanges homogènes à proportions non définies, c'est-à-dire à proportion pouvant varier d'une façon continue sans détruire l'homogénéité, ni amener de variation discontinue d'aucune propriété, peuvent se rencontrer dans l'état cristallisé et dans l'état amorphe. Dans l'état cristallisé, il constitue ce que l'on appelle le mélange *isomorphe ;* cette expression est très mauvaise, car sa définition sous-entend une loi, la loi de Mitscherlich, ce qui ne devrait pas être. Cela est d'autant plus regrettable, dans le cas actuel, que cette loi n'a pas la rigueur, ni la généralité qu'on lui supposait tout d'abord. Si, en général, les corps qui cristallisent ensemble présentent à l'état isolé la même forme cristalline, il semble bien y avoir un certain nombre d'exceptions que le polymorphisme des corps rend inévitables, mais surtout la réciproque de la loi n'est pas exacte ; un grand nombre de corps, qui ont la même forme cristalline, ne sont pas susceptibles de cristalliser ensemble.

Comme exemple des corps isomorphes, on peut citer les aluns, les carbonates alcalins, les sulfates alcalins, les sels d'argent et de sodium, de baryum et de plomb, etc.

Dans certains mélanges, il semble y avoir à la fois isomorphisme et combinaison, sans qu'il soit bien facile de distinguer les deux phénomènes. Ainsi, la dolomie, carbonate double de chaux et de magnésie, est souvent regardée comme un sel double à équivalents égaux, qui peut se mêler à un excès de carbonate de chaux ; le mélange isomorphe de chlorure ferrique et chlorure ammonique, étudié par M. Bakhuis-Roozboom, semble être constitué par le mélange d'un chlorure double avec un excès de chlorure ammonique ; le même fait se pro-

duirait dans les mélanges de chlorure d'argent et chlorure de sodium.

Le mélange isomorphe peut se faire dans des proportions variant d'une façon continue, mais il n'en résulte pas qu'il puisse se faire dans des proportions quelconques. Il semble que, dans certains cas, il y ait des limites extrêmes, qui ne puissent être dépassées ; mais la question n'est pas élucidée de savoir si ces limites dépendent de la nature du phénomène lui-même, ou seulement d'une condition étrangère, de la nature du dissolvant employé pour obtenir la cristallisation, et si, par suite, cette limite varierait avec le dissolvant.

Dissolution. — Le mélange homogène, en proportions non définies dans l'état amorphe, constitue la *dissolution*. Dans le langage usuel, on restreint généralement cette appellation aux mélanges liquides, en en excluant les mélanges solides et gazeux. Au point de vue scientifique, cette distinction n'a aucune raison d'être, par suite de la continuité absolue de l'état amorphe depuis le solide jusqu'au gaz parfait. Le rapprochement de ces trois espèces de mélanges facilite, au contraire, grandement leur étude. Nous connaissons rigoureusement la loi limite relative aux mélanges des gaz parfaits, qui est la loi de conservation des pressions et des tensions de vapeur ; il faut nécessairement que les formules exprimant les lois du mélange liquide se rapprochent de la précédente jusqu'à s'y confondre, au fur et à mesure que les liquides se rapprochent de la forme gazeuse. Nous connaissons, d'une façon approchée, les lois des mélanges liquides ; nous sommes assurés que les dissolutions solides obéissent à des lois similaires ; c'est un indice précieux dans l'étude des verres, par exemple.

Les exemples de dissolutions liquides, de mélanges gazeux sont trop connus pour qu'il y ait lieu d'y insister ;

mais cela peut être utile pour les dissolutions solides qui ont été peu étudiées jusqu'ici. On doit citer d'abord les verres borique, silicique et phosphorique, tels le verre à vitre ou à bouteille, le cristal, les laitiers acides de haut-fourneau, le borax fondu, etc. Parmi les composés organiques, les mélanges de résines entre elles, ou de gélatine, albumine, gomme, etc., tous corps que nous ne connaissons qu'à l'état amorphe. Mais ces corps sont susceptibles de donner, avec les composés minéraux, des dissolutions analogues, c'est-à-dire solides, qui n'ont pas été étudiées jusqu'ici, malgré l'importance de certaines de leurs applications, tels les mélanges de gélatine et bichromate de potasse, qui sont utilisés pour toutes les impressions photographiques. Une feuille de gélatine imprégnée de bichromate de potasse et séchée ne laisse voir aucun cristal du sel : la coloration est uniforme. On peut s'assurer que cette apparence ne tient pas à la ténuité des cristaux, en employant d'autres sels dont l'état cristallisé est plus facile à déceler : par exemple, l'azotate de soude et l'azotate d'argent, dont la double réfraction énergique serait reconnaissable par le rétablissement de l'éclairement entre deux nicols croisés. La gélatine au nitrate d'argent, abandonnée ensuite à la lumière, noircit uniformément, sans qu'on aperçoive aucun défaut d'homogénéité, trace des cristaux altérés.

Le langage usuel distingue, dans une dissolution, le dissolvant et le corps dissous. Cette distinction pratique résulte de ce qu'un grand nombre de nos dissolutions renferment un corps liquide à la température ordinaire : eau, alcool, etc., et un corps solide : sel, résine, etc. On est instinctivement porté à attribuer la liquidité du mélange à l'influence du corps liquide. Mais, au point de vue scientifique, une semblable distinction ne correspond absolument à rien : les divers corps mêlés interviennent exactement au même titre dans la dissolution, il est

impossible d'attribuer à l'un d'eux la liquidité, car les dissolutions peuvent rester liquides à des températures où les composants du mélange sont tous solides ; ainsi, parmi les solutions aqueuses au-dessous de 0°, celle de chlorure de calcium peut rester liquide jusque vers — 50°. Il n'y a pas lieu d'envisager, à un point de vue différent, la fusion de la glace, ou la fusion d'un sel au contact de leurs dissolutions mutuelles. Cette identité du rôle des corps mêlés devient d'ailleurs évidente quand, au lieu d'envisager des solutions aqueuses, on considère les dissolutions mutuelles des sels fondus, ou celles des métaux, c'est-à-dire les alliages fondus.

Quand on mêle deux ou plusieurs corps de façon à constituer une dissolution, il peut, en même temps que le mélange, se produire des réactions chimiques : combinaisons, décompositions, etc. Ainsi, quand on mêle une solution d'iode à une solution de potasse, la décoloration de la liqueur d'iode, qui est complète pour une proportion définie de potasse, est l'indice d'une réaction chimique certaine. Mais, dans bien des cas, ainsi qu'on l'a indiqué plus haut, nous n'avons aucun moyen de reconnaître non seulement la nature, mais même l'existence de ces réactions chimiques. Par exemple, dans les solutions aqueuses, les sels sont-ils à l'état d'hydrates ? Certains savants pensent que, sauf de rares exceptions, ils sont anhydres ; d'autres pensent qu'ils sont au même état d'hydratation que les sels cristallisés, qui peuvent être obtenus à la même température ; enfin, d'autres savants supposent que toute l'eau est combinée au sel pour former des hydrates liquides. En fait, on ne sait absolument rien sur ce sujet, et l'on n'en est encore qu'aux hypothèses. Cette question de la constitution chimique des dissolutions sera complètement laissée de côté dans cette étude ; *a fortiori* ne dira-t-on rien des hypothèses plus ou moins fantaisistes qui ont été faites sur la constitution physique des disso-

lutions : théorie des molécules éponges de Berthollet, théorie des ions de Arrhénius. Ces théories, outre leur caractère hypothétique, ont le grave inconvénient d'être en contradiction avec un grand nombre des faits qu'elles sont censées expliquer.

Le seul objet de ce mémoire est l'étude de la *saturation* des dissolutions, phénomène dont les lois peuvent être établies indépendamment de toute notion sur leur constitution. Ce phénomène de la saturation consiste en ce que les dissolutions de plusieurs corps ne peuvent être réalisées dans des proportions quelconques : il y a des limites extrêmes en dehors desquelles le mélange homogène ne peut plus exister, le corps en excès sur cette proportion limite reste au contact de la dissolution sans s'y mêler. Par exemple, à la température de 15° une dissolution de chlorure de calcium ne peut renfermer plus de 70 parties de sel pour 100 parties d'eau. Tout le sel ajouté, en sus de cette quantité, reste au contact du liquide sans s'y dissoudre ; quand la température de l'expérience est telle que les corps en présence, pris isolément, affecteraient l'état cristallisé, il y a une limite correspondant à la proportion maxima de chacun des corps. Ainsi à — 25°, pour la même solution, la proportion maxima de sel est de 50 parties pour 100 d'eau, et la proportion maxima d'eau 333 parties pour 100 de sel. C'est-à-dire que la quantité de sel en excès sur 50 parties pour 100 d'eau, ou inversement la quantité de glace en excès sur 333 pour 100 parties de sel, reste au contact de la dissolution sans s'y fondre.

Mélange non homogène. — Parmi les mélanges non homogènes, il en est un dont la constitution est bien simple : c'est le mélange mécanique dans lequel les divers éléments sont simplement juxtaposés. Telle est la masse pulvérulente obtenue en versant dans un vase du sable de natures

différentes, ou encore la masse compacte que l'on peut obtenir en soumettant le mélange précédent à l'action de la presse hydraulique de façon à faire disparaître les solutions de continuité. La plupart des roches naturelles sont d'excellents exemples de semblables mélanges, le granite entre autres, dans lequel on reconnaît à la vue simple les trois éléments constitutifs : quartz, feldspath et mica. La caractéristique de ces mélanges est que leurs éléments conservent toutes leurs propriétés individuelles sans aucune altération. De semblables mélanges semblent, à première vue, n'avoir rien de commun avec la chimie ; en fait, ils passent d'une façon continue à des mélanges dans lesquels les propriétés des éléments en présence se modifient mutuellement, à ce point qu'on les a confondus parfois avec de véritables combinaisons chimiques, qu'en tout cas ils présentent au moins les plus grandes analogies avec les dissolutions. Mais ce sont là des questions encore fort peu connues sur lesquelles il faut se borner à attirer l'attention. On citera deux des modifications progressives que peuvent présenter les mélanges mécaniques.

On a admis que dans les mélanges mécaniques les propriétés des éléments constitutifs restaient inaltérées. En fait, cette condition ne peut être remplie que d'une façon approchée ; on sait que deux corps au contact agissent l'un sur l'autre à une petite distance de part et d'autre de leur surface de séparation ; cette influence se manifeste, entre autres, par les phénomènes capillaires. On pourra pratiquement négliger cette altération des propriétés superficielles dans le cas où les éléments seront assez volumineux pour que l'on puisse négliger la zone superficielle par rapport au volume de chaque fragment. Mais dans bien des cas cette condition n'est pas remplie : les corps très ténus, comme les précipités chimiques, les corps poreux mis au contact des liquides ou des gaz, en

modifient considérablement toutes les propriétés. Ainsi la tension de vapeur des liquides qui imbibent un corps poreux est considérablement diminuée ; le même effet est produit encore pour les couches très minces de liquide adhérent à un corps poli comme le verre. La pression du gaz mis au contact de corps poreux est considérablement diminuée avec le noir de platine, le charbon de bois, par exemple ; la température de gaz et de liquides mis au contact de corps poreux s'élève très notablement. Dans ces phénomènes les quantités de chaleur mises en jeu sont de l'ordre de grandeur de celles que dégagent les réactions chimiques, ce qui a conduit, dans certains cas, à considérer les condensations des gaz par les solides comme de véritables combinaisons. Les mêmes corps poreux, au contact de solutions salines, absorbent une partie des sels dissous, de sorte que le liquide dont ils sont imbibés ne s'est pas simplement juxtaposé au solide dont il a rempli les vides, sa nature a été modifiée. Ce phénomène est plus marqué encore dans la formation des précipités insolubles qui entraînent souvent en grande quantité des corps qui, en leur absence, resteraient dissous, par exemple l'entraînement de la chaux, des alcalis, des oxydes de cuivre et de zinc par la précipitation en liqueur ammoniacale du sesquioxyde de fer. On sait que ces entraînements sont une cause de très grande difficulté dans l'analyse pondérale. Parfois on a considéré les mélanges d'un corps insoluble avec le corps soluble qu'il entraîne comme de véritables combinaisons, mais alors on est obligé d'admettre des proportions de combinaisons si nombreuses que la définition de la combinaison chimique n'est satisfaite que par un véritable trompe-l'œil qui consiste à remplacer des proportions variant d'une façon continue par des proportions définies assez rapprochées pour que l'écart de l'une à l'autre soit de l'ordre des erreurs d'expériences.

L'examen des faits relatifs aux mélanges des matières ténues conduit à se poser une question très importante au point de vue de la mécanique chimique. La loi des tensions fixes de dissociation, qui est acceptée aujourd'hui comme un dogme au-dessus de toute contestation, pourrait bien ne pas exister, au moins en temps que loi rigoureuse. Il semble qu'un grain très fin de carbonate de chaux ne doit pas avoir la même tension de dissociation qu'un grain très gros ; qu'une couche mince de carbonate en contact avec de la chaux ne doit pas avoir la même tension de dissociation qu'un fragment isolé. Nous savons, du reste, que cette loi ne se vérifie pas du tout pour certains hydrates, les zéolithes entre autres, qui à température fixe perdent des quantités d'eau variant d'une façon continue avec la tension de la vapeur contenue dans l'atmosphère dans laquelle ils sont en contact ; d'autre part, pour les corps censés obéir à la loi des tensions fixes, il n'a jamais été donné de preuves expérimentales un peu précises de son exactitude : cela est impossible, en particulier pour le carbonate de chaux, qui a cependant été invoqué par Debray à l'appui de cette loi. Tout ce que l'expérience montre est que pour de petits changements dans la quantité de matière décomposée les variations de pression, si elles existent, sont inférieures aux erreurs d'expériences ; mais il ne faut pas oublier que dans ces sortes d'expériences les erreurs sont toujours très grandes. Il pourrait se faire que la pression, très grande au début de la décomposition, tombe rapidement à une valeur moyenne sensiblement invariable pendant la majeure partie de la décomposition, pour baisser ensuite rapidement encore à la fin de la décomposition. C'est, au moins, ce que l'expérience brute semble donner.

Un second cas limite des mélanges mécaniques non moins intéressant est le suivant. Il arrive parfois que les

éléments cristallisés, au lieu d'être simplement juxtaposés, s'enveloppent l'un l'autre ; on connait les inclusions fréquentes des cristaux de quartz. Un autre exemple plus saillant encore est donné par les cristaux de calcite de la forêt de Fontainebleau, les cristaux de gypse du Sahara Algérien, connus sous le nom de pierre du Souf. Ces cristaux très volumineux renferment plus de moitié de leur poids de sable siliceux ; le calcite ou le gypse sont simplement à l'état de remplissage dans les vides laissés par un sable de compacité normale, et pourtant dans un grand volume la matière cristallisée a conservé la même orientation, de manière à donner un cristal unique englobant une quantité considérable de matière étrangère. Dans le durcissement des ciments l'hydrate de chaux cristallise exactement de la même façon.

Un phénomène analogue s'observe encore dans la dévitrification de certains verres ; on voit se former de gros cristaux translucides présentant des formes géométriques très nettes. Taillés en lames minces et examinés au microscope polarisant, ils manifestent une hétérogénéité absolue. On voit une série de points brillants isolés au milieu de la masse vitreuse, mais alignés suivant quelques-unes des directions principales d'un même cristal et présentant tous la même orientation, de telle sorte qu'ils s'éteignent simultanément. C'est un squelette de cristal qui, en se développant progressivement, prendra ensuite l'apparence des arborisations en feuille de fougère et finira, après un temps plus ou moins long, par donner un cristal compact, en supposant, bien entendu, que la température soit maintenue assez élevée pour conserver au verre une certaine fluidité.

On peut très bien concevoir que le remplissage des interstices du squelette cristallin, au lieu d'être produit par un verre, le soit par un autre squelette d'un second cristal de nature différente. De sorte que l'on ait une

masse compacte, mais hétérogène, résultant de l'enchevêtrement de deux cristaux. J'ai observé des faits semblables sur les mélanges eutectiques de sels qui seront étudiés plus loin. Les cryohydrates de Guthrie, qui avaient d'abord été envisagés comme des combinaisons définies, semblent présenter la même constitution. Peut-être aussi certains alliages dont les propriétés mécaniques seraient en relation avec cette structure spéciale.

LOIS THÉORIQUES DE LA DISSOLUTION DÉDUITES DES PRINCIPES DE L'ÉNERGÉTIQUE.

Les principes de la thermodynamique ou, pour se servir d'une expression plus correcte, de l'énergétique (les principes fondamentaux de cette science ne sont en effet nullement limités à la chaleur et au travail, comme l'indique à tort le terme de thermodynamique), peuvent être appliqués aux phénomènes chimiques dont ils font connaître certaines lois intéressantes. Mais la méthode classique, exclusivement mathématique, qui est généralement usitée dans les déductions de cette nature, n'entraine que difficilement la conviction des personnes qui n'ont pas un long usage de semblables spéculations; elle semble particulièrement choquante à des savants habitués, comme les chimistes, à n'accorder de confiance qu'aux résultats directs de l'expérience. Les raisonnements propres aux sciences mathématiques sont en effet tout différents de ceux des sciences physiques. Dans les mathématiques on part de données, d'axiomes qui sont certains; on leur applique des raisonnements, des calculs dont l'exactitude est également certaine. Il en résulte que les consé-

quences, quelque lointaines qu'elles soient, sont aussi certaines que le point de départ. Peu importe, par conséquent au point de vue de la certitude des résultats, la marche suivie dans les calculs ; peu importe la signification des formules intermédiaires. On peut à ce fait donner une expression mathématique : soit a la probabilité moyenne de chaque proposition utilisée dans les raisonnements, et n le nombre des propositions semblables nécessaires pour arriver à la conclusion, la probabilité de cette conclusion sera égale à : a^n.

Si $a = 1$, c'est-à-dire si la probabilité est une certitude, on aura également $a^n = 1$, c'est-à-dire que la conclusion sera également certaine : c'est le cas des raisonnements géométriques. Cette probabilité décroîtrait, au contraire, très vite, si a était inférieur, même de très peu, à l'unité. C'est précisément le cas des sciences physiques, où, les principes de l'énergétique mis à part, on utilise toujours, comme point de départ, des données expérimentales plus ou moins incertaines, des lois empiriques seulement approchées et comportant des exceptions.

Dans ces conditions, la marche suivie n'est nullement indifférente pour l'exactitude des résultats, et il y a un intérêt capital, pour apprécier la valeur des conclusions, à bien se rendre compte de la signification des formules intermédiaires mises en œuvre.

En ce qui concerne spécialement l'énergétique, on doit admettre aujourd'hui que ses principes fondamentaux comportent une certitude absolue; en lui appliquant des raisonnements mathématiques, on doit donc arriver à des conclusions certaines. On conçoit cependant sans peine que cette méthode semble peu satisfaisante à des savants familiers seulement avec la méthode des sciences d'observations; on ne doit donc pas s'étonner qu'ils protestent contre l'envahissement de leur domaine par les mathématiques et n'accordent qu'une confiance limitée aux sciences

hybrides qui s'appellent la mécanique rationnelle, la thermodynamique, la physique mathématique, d'autant plus que dans l'édification de ces sciences les mathématiciens violent souvent ouvertement leur principe fondamental de ne faire intervenir dans les raisonnements que des propositions absolument certaines. Ils font trop souvent usage de données expérimentales ou d'hypothèses qui n'ont aucunement le caractère de la certitude absolue : telles, en thermodynamique, les hypothèses sur la nature de la chaleur, la constitution des gaz, les lois approchées de la pression osmotique, etc.

Cet état d'esprit explique le peu de crédit qu'ont trouvé jusqu'ici, auprès des chimistes français, les lois de la dissolution que j'ai déduites des principes de l'énergétique. A l'étranger, au contraire, où les spéculations mathématiques sont plus familières aux chimistes, ces lois ont été acceptées immédiatement et ont été le point de départ de travaux importants de MM. Bakhuis-Roozboom, van t'Hoff, Deventer, Linebarger, etc.

Je me propose de donner, dans cette étude, un exposé de ces lois plus logique que la marche qui m'a conduit à leur découverte; je m'efforcerai de mettre en lumière leur raison d'être et de bien montrer le lien logique qui les rattache au principe fondamental de l'énergétique, c'est-à-dire au principe de l'impossibilité du mouvement perpétuel. Ce principe, sur lequel Carnot a édifié toute la science de l'énergie, est accepté sans contestation par tout le monde.

Il faut, avant d'aborder le problème ici posé, rappeler la signification de deux notions dont il sera fait un usage continuel : celles de *puissance motrice* et de *réversibilité*, et montrer le rôle qu'elles jouent dans la science de l'énergie.

La *puissance motrice*, d'après le sens donné par Sadi-Carnot à cette expression, est la propriété que possèdent

certains changements capables de s'effectuer spontanément comme la chute d'un corps pesant, l'arrêt d'un corps en mouvement, la chute de chaleur d'un corps chaud à un corps froid, de pouvoir, dans des conditions convenables, être utilisés pour produire du travail, c'est-à-dire, par exemple, élever un corps pesant, et, d'une façon plus générale, provoquer certains changements inverses des changements spontanés précédents, c'est-à-dire mettre un corps en mouvement, élever de la chaleur d'un corps froid à un corps chaud, etc.

La *réversibilité* est la propriété qu'ont certains changements semblables aux précédents, qui ne se produisent pas spontanément, de n'entraîner dans leur production que des variations infiniment petites de puissance motrice. Les corps entre lesquels de semblables changements peuvent s'effectuer sont dits en équilibre par rapport au changement précité. Par exemple, un corps pesant suspendu à un ressort ne se déplacera pas de lui-même, mais il suffira d'une dépense infiniment petite de travail pour lui communiquer un léger déplacement dans un sens ou dans l'autre. L'échange de chaleur entre deux corps à la même température est encore une opération réversible : il ne se produit pas de lui-même, mais il suffit, pour le produire au moyen d'une machine à air chaud ou d'une pile thermo-électrique, de dépenser une quantité infiniment petite de travail.

Le principe de l'impossibilité du mouvement perpétuel peut s'énoncer ainsi : *Il est impossible de créer de la puissance motrice*, c'est-à-dire qu'il est impossible de produire dans un système de corps un changement inverse d'un changement spontané sans qu'il se produise simultanément un autre changement direct; autrement dit, un système de corps ne peut voir augmenter sa réserve de puissance motrice sans qu'en même temps celle d'un autre système ne diminue. Il est impossible d'élever un corps

sans qu'en même temps un autre corps s'abaisse, ou qu'un corps perde de la vitesse, ou que de la chaleur ait passé d'un corps chaud à un corps froid.

Ce principe admis, on en déduit par les raisonnements connus le théorème de Carnot qui peut s'énoncer ainsi :

1° *La puissance motrice produite ou consommée dans une succession des changements réversibles d'un système du corps ne dépend que de l'état initial et de l'état final du système de corps*, c'est-à-dire qu'elle est indépendante des états intermédiaires et de la nature des machines mises en œuvre.

2° *La puissance motrice produite dans une transformation irréversible est toujours plus petite que celle qui aurait été produite par des transformations réversibles effectuées entre les deux mêmes états extrêmes.*

La démonstration de ce théorème s'obtient simplement en remarquant que, s'il n'était pas vrai, il y aurait possibilité de créer de la puissance motrice, ce qui est contraire au principe.

Pour tirer parti de ce théorème de Carnot dans l'étude des lois des phénomènes physiques (on laisse ici de côté son application au rendement des machines industrielles), on procède de la façon suivante : on commence par déterminer expérimentalement la puissance motrice mise en jeu dans certains phénomènes physiques (déplacement d'un corps pesant, échange de chaleur) que l'on se propose d'étudier, ces phénomènes étant définis au moyen de certaines grandeurs mesurables par l'expérience (chemin parcouru, temps, température, quantité de chaleur). Ceci fait, on applique le théorème de Carnot en écrivant :

1° Toute transformation d'un système en équilibre n'entraîne aucune variation de puissance motrice ;

2° Toute transformation réversible d'un système hors d'équilibre effectuée dans le sens de la transformation spontanée entraîne une production de puissance motrice.

On obtient ainsi certaines relations nécessaires entre les grandeurs dont dépend la puissance motrice.

L'expérience montre que la puissance motrice mise en jeu dans les changements de volume effectués par voie réversible de corps soumis à une pression uniforme a pour expression en appelant :

p, la pression par unité de surface d'un corps ;

dv, son changement de volume :

$$(1) \qquad \Sigma\, pdv,$$

la somme Σ s'étendant à tous les corps qui changent de volume, sans être revenus finalement à leur état initial.

De même, pour les phénomènes calorifiques réversibles, la puissance motrice mise en jeu en appelant dq la quantité de chaleur cédée par un corps a pour expression :

$$(2) \qquad \Sigma\, dq,$$

en étendant la somme Σ à tous les corps qui ont échangé de la chaleur, sans être revenus finalement à leur état initial.

Ces deux expressions peuvent être mises sous une forme un peu différente, plus favorable aux applications, qui est également bien connue et que je me contenterai de rappeler :

$$(3) \quad \begin{cases} \text{Travail de compression} \ldots\ldots\ldots & \Sigma\,(p'-p)\,dv' \\ \text{Puissance calorifique} \ldots\ldots\ldots\ldots & \Sigma\,\dfrac{dq'}{t'}\,(t'-t) \end{cases}$$

cette somme s'étendant à tous les corps en transformation, sauf un, sauf celui qui possède la pression p ou la température t.

On obtient ces formules en éliminant le changement de l'un des corps entre les expressions (1) et les équations qui expriment la conservation de volume et la conser-

vation de l'entropie :

$$(4)\qquad \begin{aligned} \Sigma\, dv &= 0 \\ \Sigma\, \frac{dq}{t} &= 0. \end{aligned}$$

Ces formules (1), (2), (4) suffisent pour traiter tous les problèmes du domaine de la thermodynamique proprement dite, c'est-à-dire les rapports du travail et de la chaleur dans le cas de transformation réversible.

Une méthode exactement semblable peut être suivie, pour faire usage des principes de l'énergétique, dans l'étude des phénomènes chimiques en général, et en particulier de la dissolution. Mais il faut pour cela, auparavant, montrer que :

1° Les phénomènes de dissolution peuvent mettre en jeu de la puissance motrice ;

2° Ces phénomènes peuvent, dans certaines conditions, s'effectuer d'une façon réversible.

L'examen le plus superficiel montre que la dissolution peut mettre en jeu de la puissance motrice. Prenons un corps soluble et mettons-le au contact d'un dissolvant approprié ; il va se dissoudre spontanément. Cette dissolution sera accompagnée d'un changement de pression, si le volume est supposé invariable, et d'un changement de température, si le système est supposé isolé calorifiquement. Si nous n'avons mis en contact qu'une partie des deux corps solubles, le reste aura conservé sa pression et sa température initiales. Par conséquent, la dissolution aura créé dans le système des différences de température et de pression qui peuvent par les procédés connus être utilisées pour produire du travail, de la puissance motrice.

La *dissolution* peut s'effectuer d'une façon réversible : cela résulte de l'existence des phénomènes de saturation décrits plus haut. Deux corps solubles mis en présence se dissolvent mutuellement jusqu'à une certaine limite, et

celui des deux corps qui est en excès reste au contact de la dissolution. Cet état subsistera indéfiniment; il ne tend à se produire aucune transformation spontanée.

D'autre part, l'expérience montre que la limite de saturation du coefficient de solubilité varie d'une façon continue avec la température, c'est-à-dire qu'une variation infiniment petite de température suffit pour amener un changement correspondant de la concentration de la dissolution.

Il en résulte, en se reportant au calcul de la formule (3) qui sera donné plus loin (p. 170), que la dépense de puissance motrice nécessaire pour faire varier la concentration d'une solution à saturation est infiniment petite, c'est-à-dire que la dissolution, dans ces conditions, est une opération réversible et que l'état de saturation est un état d'équilibre.

Ces deux points établis, les raisonnements de Carnot sont applicables, sans rien y changer, aux phénomènes de dissolution, car, bien que visant seulement la chaleur, ils n'invoquent, en fait, que le développement de puissance motrice et la réversibilité. Ils sont donc encore vrais de tous les phénomènes qui ont avec la chaleur ces deux points communs.

Certaines applications du principe fondamental de l'énergétique peuvent être faites sans passer par l'intermédiaire du théorème de Carnot, et, par suite, sans connaître la mesure de la puissance motrice de dissolution. Nous allons commencer par exposer ces applications.

PREMIÈRE LOI DE LA DISSOLUTION
(LOI DES FACTEURS DE L'ÉQUILIBRE CHIMIQUE).

Les facteurs de l'équilibre de saturation sont des grandeurs dont la variation, tout en nécessitant une

dépense de puissance motrice, peut en même temps résulter du phénomène de dissolution. Réciproquement, toute grandeur satisfaisant à ces deux conditions est un des facteurs de l'équilibre de saturation.

Les conditions déterminantes de la solubilité, que j'appelle les facteurs de l'équilibre, sont les grandeurs dont la variation modifie l'état d'équilibre et provoque une transformation chimique spontanée du système. Dans le cas de la dissolution, les facteurs bien connus de l'équilibre sont :

La température ;

La pression ;

L'état allotropique ou d'hydratation du corps cristallisé.

Si l'on vient à faire varier la *température* d'une dissolution qui était au contact d'un excès de l'un de ses constituants et en était saturée, l'équilibre ne subsiste plus ; il tend à se produire un changement de saturation, une cristallisation ou une dissolution du corps en excès. Ces changements de saturation en fonction de la température, ces variations de solubilité, peuvent être traduits graphiquement et donnent les courbes bien connues de solubilité.

La *pression*, comme la température, est nécessairement, ainsi que nous allons le démontrer, un des facteurs de l'équilibre de saturation, mais l'expérience jusqu'ici a été impuissante à mettre en évidence cette influence de la pression, qui est certainement très faible.

L'*état* du corps cristallisé au contact de la dissolution est également un des facteurs de l'équilibre de saturation ; il suffit de remplacer un des états du corps par un autre pour détruire l'équilibre et provoquer un changement de saturation. Ainsi, du sulfate de soude décahydraté, chauffé en tubes scellés au-dessus de 33° et refroidi, donne une solution saturée de sel anhydre ; il reste un excès de ce sel au contact du liquide. Si on l'enlève et qu'on le remplace

par des cristaux de sels décahydratés, on voit immédiatement la saturation se modifier, il cristallise du sel décahydraté. Inversement, si on part d'une solution saturée de sel décahydraté et que l'on enlève le sel cristallin pour le remplacer par du sel anhydre, celui-ci se dissout, et la saturation augmente; de même, pour les deux variétés allotropiques du nitrate de potasse : à la température ordinaire, le sel rhomboédrique est beaucoup plus soluble que le sel prismatique. On le constate très facilement en suivant au microscope l'évaporation rapide d'une goutte de solution de nitrate de potasse. Il se forme d'abord des rhomboèdres et, au bout d'un certain temps, on voit apparaître des prismes qui s'allongent de plus en plus ; lorsqu'une des pointes s'approche d'un rhomboèdre, celui-ci se redissout avec une rapidité extrême, tandis que le prisme continue à s'augmenter.

Pour démontrer la première partie de cette loi, c'est-à-dire que la variation d'un facteur de la saturation nécessite une dépense de puissance motrice, il suffit de remarquer que, s'il en était autrement, la variation de ce facteur effectuée par hypothèse sans dépense de puissance motrice pourrait cependant en créer, puisqu'elle suffit pour provoquer la dissolution spontanée d'une certaine quantité de matière. En provoquant alternativement la variation dans les deux sens de ce facteur de l'équilibre, on arriverait à créer une quantité illimitée de puissance motrice au moyen d'un système de corps qui repasserait périodiquement par le même état.

Pour démontrer la seconde partie, c'est-à-dire que, réciproquement, toute grandeur dont la variation nécessite une dépense de puissance motrice et peut, d'autre part, être provoquée par le phénomène de dissolution, est un facteur de la saturation, on peut suivre une marche semblable. Soit, par exemple, la température : pour élever la température d'un système de corps au-dessus de la tem-

pérature initiale du système, sans aucune source de chaleur extérieure, il faut dépenser de la puissance motrice. D'autre part, la dissolution provoque des variations de température. Il en résulte que les variations de température modifient la solubilité. Pour le prouver, prenons un corps dont la dissolution absorbe de la chaleur ; supposons-le en équilibre de saturation avec une de ses dissolutions, mettons-le en relation avec un milieu indéfini de même température et faisons la série d'opérations suivantes :

1° Dissolution d'une certaine quantité du corps effectuée à la température initiale, avec une dépense infiniment petite de puissance motrice et emprunt de chaleur au milieu indéfini ;

2° Échauffement du système de la température initiale t à la température $t + \Delta t$, sans laisser se produire aucune variation de la saturation ;

3° Cristallisation à la température $t + \Delta t$ d'une quantité de sel égale à celle qui a été dissoute initialement en dépensant, si besoin est, de la puissance motrice et en cédant de la chaleur à un corps intermédiaire à la température $t + \Delta t$;

4° Refroidissement du système jusqu'à température initiale. Il faut montrer qu'il est impossible que l'équilibre de saturation qui existait à t subsiste encore à $t + \Delta t$. Si, en effet, il en était ainsi, la cristallisation effectuée à cette température n'exigerait aucune dépense de puissance motrice. Si, d'autre part, on remarque que les chaleurs d'échauffement et de refroidissement sont égales à un infiniment petit près négligeable, on verra que le seul résultat de cette succession d'opérations sera donc le gain de chaleur du corps auxiliaire à la température $t + \Delta t$. En laissant retomber cette chaleur sur le milieu indéfini à la température t, on aura créé de la puissance motrice, sans aucune dépense corrélative de puissance motrice, ce qui est impossible.

On démontrerait, beaucoup plus simplement, que les états allotropiques ou les états d'hydratation sont nécessairement un des facteurs de la solubilité, en appliquant exactement le raisonnement employé pour la démonstration de la première partie de la loi.

Ces raisonnements montrent donc que nécessairement l'équilibre de saturation, les coefficients de solubilité sont fonctions des trois conditions suivantes : la *température*, la *pression*, et l'*état des corps*. Toute expérience qui serait en contradiction avec l'une de ces conséquences du principe fondamental de l'énergétique est nécessairement fausse.

La conclusion relative à l'influence de l'état du corps est particulièrement importante et mérite que l'on s'y arrête un instant. Elle montre que les faits particuliers observés par Lœwel dans la solubilité du sulfate de soude, par Marignac dans la solubilité du sulfate de chaux, qui, avant mes recherches, étaient considérés comme des anomalies et étaient soigneusement passés sous silence dans l'enseignement, forment, au contraire, la règle générale.

Les différents hydrates d'un même sel, ses différents états allotropiques ont toujours des courbes de solubilité différentes. Aux exemples déjà connus, j'en ai ajouté un certain nombre d'autres, relatifs aux silicate et aluminate de chaux, au silicate de baryte, à l'iodure de mercure, etc. Des résultats semblables ont été obtenus depuis par MM. Bakhuis-Roozboom pour le chlorure de calcium, Demarçay pour le sulfate de thorium, Linebarger pour le sulfate de manganèse.

A ces différences de solubilité se rattachent immédiatement les phénomènes de sursaturation. La solution sursaturée d'un sel quelconque n'est que la solution saturée d'un état de sel qui n'est pas stable à la température ordinaire. Pour le sulfate de soude, l'état stable à la température ordinaire est le sulfate décahydraté ; la solution sur-

saturée ordinaire est la solution saturée du sel anhydre. Pour l'azotate de potasse, la variété prismatique est seule stable à la température ordinaire, la solution sursaturée est saturée par rapport à la variété rhomboédrique.

Enfin, de ce mécanisme de la sursaturation j'ai pu déduire la théorie complète de la cristallisation et du durcissement des produits hydrauliques. Tous les corps susceptibles de faire prise au contact de l'eau : plâtre, chaux hydraulique, ciment calcaire, ciment barytique, oxychlorure de zinc, sont constitués par des corps qui sont dans un état instable vis-à-vis de l'eau et qui, par suite, ont une solubilité plus grande que la variété stable. Ils se dissolvent donc en donnant une solution saturée qui laisse déposer bientôt la variété stable moins soluble. Cette diminution de concentration permet au liquide de dissoudre une nouvelle quantité du premier corps, et le phénomène continue ainsi jusqu'à l'achèvement de la transformation et de la cristallisation des corps mis en expérience.

L'importance expérimentale de ces différents faits est une preuve décisive de l'intérêt que peuvent présenter pour les chimistes les spéculations théoriques basées sur la science de l'énergie.

DEUXIÈME LOI, OU LOI D'ÉQUIVALENCE DES SYSTÈMES CHIMIQUES.

Dans le cas particulier de la dissolution, cette loi, qui est vraie de tous les phénomènes chimiques, peut s'énoncer ainsi : *Deux états d'un corps isolément en équilibre entre eux peuvent être substitués l'un à l'autre vis-à-vis d'une dissolution, sans modifier son degré de saturation*, c'est-à-dire que deux états allotropiques, ou deux états d'hydratation d'un sel ont à leur point de transformation le même coefficient de solubilité, c'est-à-dire que les courbes de

solubilité distinctes des différentes variétés d'un même corps se coupent deux à deux au point de transformation d'une variété dans l'autre. C'est bien ce que l'expérience montre pour les différents hydrates du sulfate de soude. les différentes variétés allotropiques de l'azotate d'ammoniaque. Ou encore cette loi veut qu'un corps cristallisé et sa vapeur saturée aient le même coefficient de solubilité, etc. Pour le démontrer, on remarquera que, s'il en était autrement, on pourrait créer de rien de la puissance motrice au moyen de l'opération suivante : on part de la solution saturée d'une des variétés du corps cristallisé, on provoque le passage de cette variété à l'autre sans dépense de puissance motrice, puisqu'elles sont supposées en équilibre ; on laisse le nouvel équilibre de saturation s'établir spontanément avec production de puissance motrice, on ramène sans dépense de puissance motrice le corps à sa variété initiale, et on laisse revenir spontanément l'équilibre de saturation à son état premier avec une nouvelle production de puissance motrice. Ce cycle d'opérations, qui ramène toutes choses à leur état initial, pourrait être recommencé indéfiniment et permettrait de créer de rien une quantité indéfinie de puissance motrice, ce qui est contraire au principe général. Il est donc impossible que deux états différents d'un corps en équilibre entre eux aient des coefficients de solubilité différents.

Cette loi, d'ailleurs, n'est qu'un cas particulier de la loi précédente des facteurs de l'équilibre, et on aurait pu se dispenser d'en donner une démonstration directe. Dans le cas où l'on compare un corps et sa vapeur saturée qui ne peuvent exister l'un sans l'autre, cette loi est assez évidente pour qu'on l'admette généralement *a priori*, sans chercher à la rattacher à un principe plus général, comme cela a été fait ici. Mais cette égalité des coefficients de solubilité d'un corps et de sa vapeur saturée occupe une

place si importante dans la mécanique chimique des dissolutions qu'il a semblé utile d'en donner une démonstration directe. C'est en effet par l'intermédiaire de cette égalité, qu'en partant de l'influence bien connue de l'action de la masse, de la condensation dans le système gazeux, on établit le rôle de cette même action de masse dans l'équilibre des dissolutions. C'est par cette méthode que j'ai pu établir la relation approchée qui sera donnée plus loin entre la variation de solubilité d'un corps et la variation de température.

Calcul de la puissance motrice de dissolution. — Avant d'aller plus loin dans l'application aux dissolutions des principes de l'énergétique, il faut avoir une expression, en fonction des grandeurs expérimentalement mesurables, de la puissance motrice dans le cas de la dissolution. Nous ne donnerons ce calcul que dans un cas très simple, qui est aussi un des plus utiles pour les applications, celui d'un corps mis au contact d'une dissolution dont la composition correspondrait à l'état de saturation pour une pression et une température infiniment voisines de la pression et de la température actuelles du système.

Soient donc un corps et une dissolution, à la pression p et à la température t, que nous supposerons en relation avec un milieu indéfini à la même pression et à la même température, milieu qui pourra, par suite, recevoir de la chaleur et changer de volume sans que ni sa pression, ni sa température varient.

Soit $p + \Delta p$ et $t + \Delta t$ des pressions et températures pour lesquelles le système serait à l'état d'équilibre de saturation avec sa composition actuelle. Soit Δm la quantité des corps qui devrait se dissoudre pour rétablir l'équilibre de saturation aux pression et température actuelles p et t.

Soit, enfin, L, la chaleur latente de dissolution de

l'unité de masse du corps à dissoudre, et V le changement de volume correspondant résultant de la dissolution, la dissolution étant supposée, bien entendu, s'effectuer dans le mélange actuel infiniment voisin de l'état de saturation et aux pression et température actuelles p et t.

Pour mesurer la puissance rendue disponible dans un changement quelconque, il suffit, comme l'a montré Carnot, d'effectuer ce changement par une voie réversible quelconque, en mesurant la puissance motrice cédée à l'extérieur du système. Voici la succession des changements réversibles utilisés dans le cas actuel.

1° On porte isolément le corps à dissoudre et la dissolution aux tensions $p + \Delta p$ et $t + \Delta t$ où, étant en équilibre, ils peuvent être mis au contact, sans qu'il se produise rien ;

2° On ramène les deux corps, en les laissant au contact, de façon à permettre à la dissolution de s'effectuer jusqu'aux tensions initiales p et t.

Ces opérations sont faites en empruntant la chaleur nécessaire au milieu indéfini, en la transmettant au système par une machine consommant ou rendant de la puissance motrice, et en mettant en relation par un piston mobile le milieu et le système de façon à ce que leurs changements de volume soient égaux et de signes contraires.

Dans ces conditions, d'après les formules connues de la mécanique et de la thermodynamique, la puissance motrice nécessaire pour communiquer au système en expérience une quantité de chaleur dq et un changement de volume dv, lorsque ses tensions propres sont t_1 et p_1, a pour expression :

$$425\,dq\,\frac{t_1 - t}{t_1}, \qquad \text{et} \qquad pdv.\,\frac{(p_1 - p)}{p}$$

La somme de toutes les quantités semblables pour la

suite des transformations éprouvées par le système donnera la valeur de la puissance motrice cherchée.

La quantité de chaleur dq à fournir pour élever la température du système de dt est, dans la première opération, égale à cdt, en appelant c la chaleur spécifique du système initial ; dans la seconde opération, $c_1 dt$, plus la chaleur latente de dissolution de la quantité de matière $L_1 \frac{dm}{dt} dt$, soit, au total, pour une variation dt à partir de la température t :

$$dq = (c - c_1)\, dt + L_1 \frac{dm}{dt}\, dt.$$

Mais $(c - c_1)dt$ est égal, d'après une application bien connue du principe de l'état initial et final en thermochimie, à $m_1 \frac{dL}{dt} dt$, ce qui donne :

$$dq = m_1 \frac{dL}{dt}\, dt + L_1 \frac{dm}{dt}\, dt = \frac{d\,(m.L)}{dt}\, dt$$

et

$$dq\, \frac{t_1 - t}{t_1} = \frac{d\,(m.L_1)}{dt} \cdot \frac{t_1 - t}{t}\, dt.$$

On trouverait exactement de même, pour le travail nécessité par les changements de volume :

$$pdv\, \frac{(p_1 - p)}{p} = \frac{d\,(m.p_1V_1)}{dp}\, \frac{p_1 - p}{p_1}\, dp\,;$$

et, par suite, pour la puissance motrice totale mise en jeu :

$$\int_{t,\,p}^{t+\Delta t,\,p+\Delta p} \left[425.\, \frac{d\,(m_1L_1)}{dt}\, \frac{t_1 - t}{t_1} + \frac{d(m.p.v.)}{dp}\, \frac{p_1 - p}{p_1} \right]$$

qui, tout calcul fait, se réduit, quand on suppose Δt et Δp

infiniment petits, à l'expression très simple :

$$1/2\,\Delta m\left(425.L\,\frac{\Delta t}{t}+p.V\,\frac{dp}{p}\right).$$

Cette formule établie, nous pouvons, en l'introduisant dans le théorème de Carnot, en déduire deux nouvelles lois relatives à l'équilibre de saturation.

TROISIÈME LOI : LOI DU DÉPLACEMENT DE L'ÉQUILIBRE CHIMIQUE.

Cette loi, qui s'applique à tous les phénomènes d'équilibre chimique, peut, dans le cas des dissolutions, s'énoncer ainsi :

Toute variation de l'un des facteurs de l'équilibre de saturation produit une variation correspondante de la saturation dans un sens tel qu'il tende à se produire de son fait une variation de sens contraire du facteur considéré.

C'est-à-dire que toute élévation de température produira un changement de saturation accompagné d'une absorption de chaleur, c'est-à-dire un accroissement de saturation si la dissolution absorbe de la chaleur, une diminution si elle en dégage ; de même, une augmentation de pression produira une diminution de la saturation si la dissolution, ce qui est le cas habituel, est accompagnée d'une contraction. Cette troisième loi complète donc la première loi qui définissait seulement la nature des facteurs de la saturation, puisqu'elle définit le sens dans lequel se fait sentir leur intervention. Pour établir cette loi, nous ferons usage de la seconde partie du théorème de Carnot, disant que la puissance motrice développée dans une transformation réversible est plus grande que celle qui peut être développée par toute transformation irréversible effectuée entre les deux mêmes états. Il en résulte,

en tenant compte de ce fait, que toute transformation irréversible d'un système chimique développe de la puissance motrice, qu'*a fortiori* celle qui serait effectuée dans une transformation réversible équivalente doit être nécessairement une grandeur positive.

Soit donc une dissolution en équilibre de saturation avec un excès de l'un de ses constituants à la température t. Élevons la température à $t + \Delta t$, en laissant la pression constante, et réalisons, par voie réversible, la variation de saturation qui tend à se produire. La puissance motrice développée est donnée par la formule ci-dessus; elle doit, pour les raisons données ici, être positive, ce qui donne l'inégalité :

$$-\frac{\Delta m.\mathrm{L}.\Delta t}{t} > 0\,;$$

c'est-à-dire que, si la chaleur absorbée dans la dissolution est positive, Δm et dt sont de signe contraire : la dissolution du corps solide augmente avec la température, et inversement.

De même, pour la pression on aurait :

$$-\Delta m.\mathrm{V}.\Delta p > 0\,;$$

c'est-à-dire que, par l'augmentation de pression, le sel cristallise quand la variation de volume résultant de la dissolution est négative, c'est-à-dire quand il y a contraction.

Le point de départ de mes recherches sur ce point a été le principe de l'équilibre mobile des températures formulé par M. van t'Hoff, dans ses *Études de dynamique chimique*. Le principe de van t'Hoff, purement empirique, est un cas particulier de la loi générale qui vient d'être démontré ici : il vise l'influence de la température sur les phénomènes d'équilibre purement chimiques, comme la dissociation, les équilibres de substitution, etc. M. van

t'Hoff avait reconnu que, dans tous ces phénomènes, l'élévation de température déplace l'équilibre dans le sens de la réaction, qui correspond à une absorption de chaleur. C'est la généralisation d'un fait connu depuis longtemps pour la fusion et la vaporisation. Mais ce savant n'avait pu étendre ce principe à la dissolution, qui semblait, dans certains cas, faire exception; la difficulté provenait de ce qu'il n'avait pu définir exactement dans quelles conditions doit être mesurée la quantité de chaleur qui règle le phénomène, et l'on sait que la chaleur de dissolution varie considérablement et peut même changer de sens avec la dilution des liqueurs. D'après le raisonnement développé ici, on voit que la chaleur envisagée doit être celle de la dissolution du corps solide dans un grand excès de dissolution à un état très voisin de la saturation.

Cette loi, qui comporte des applications expérimentales nombreuses et dont l'existence avait pourtant échappé jusqu'ici aux expérimentateurs, est une nouvelle preuve de l'importance du rôle que la science de l'énergie est appelée à jouer dans le développement de la chimie. Parmi les applications les plus caractéristiques de cette loi, en ce qui concerne l'influence de la température, on doit d'abord remarquer que presque tous les corps solides ont des solubilités croissantes avec la température et que presque tous aussi absorbent de la chaleur en se dissolvant. Mais toutes les fois qu'un corps, en se dissolvant dans les conditions indiquées, dégage de la chaleur, on peut être assuré que sa solubilité décroît par l'élévation de température; c'est le cas du sulfate de soude anhydre, du sulfate de thorium, de l'hydrate de chaux, etc. Le sulfate de chaux est particulièrement intéressant à ce point de vue. M. Berthelot a montré que sa chaleur de dissolution changeait de signe à 35°. Or, M. de Marignac a reconnu qu'à la même température la solubilité de ce sel passait par un maximum. Ces déterminations ont une

grande valeur, parce qu'elles ont été faites indépendamment par deux expérimentateurs d'une habileté consommée et certainement en dehors de toute idée préconçue, car, au moment de ces déterminations, la loi qu'elles vérifient n'était pas même soupçonnée.

Le chlorure de cuivre donne encore une vérification intéressante ; sa solution en liqueur étendue dégage de la chaleur, et pourtant sa solubilité croît avec la température. J'ai montré que cette contradiction apparente était due à la chaleur de dilution énorme des solutions saturées de ce sel, et que la dissolution du sel dans une solution voisine de l'état de saturation absorbe de la chaleur, comme le veut la loi. Cette observation a été contrôlée depuis par des mesures plus précises faites sur ce sel, au laboratoire de M. van t'Hoff, par M. Deventer. Ce savant a trouvé pour la chaleur de dissolution d'une molécule de chlorure cuivrique bihydraté :

En solution étendue..................	$= + 3^{Cal},71$
En solution presque saturée	$= - 3^{Cal},2$

Une autre vérification plus probante encore est fournie par le butyrate et l'isobutyrate de chaux. La manière dont se comportent ces sels avait été invoquée pour démontrer l'inexactitude de la loi que j'avais énoncée. Le butyrate de chaux présente, à la température ordinaire, une solubilité décroissante, et l'isobutyrate une solubilité croissante, tandis que l'un et l'autre dégageraient de la chaleur en se dissolvant. J'ai montré que les déterminations calorimétriques invoquées étaient erronées, que l'isobutyrate de chaux absorbe de la chaleur en se dissolvant, comme le veut la loi. Mais, de plus, à 100°, la variation de solubilité est inverse pour ces deux sels de ce qu'elle est à la température ordinaire ; j'ai montré qu'en même temps les chaleurs de dissolution avaient changé de signe. Ces deux sels sont donc le meilleur exemple que

l'on puisse donner à l'appui de cette loi fondamentale de la dissolution.

En ce qui concerne l'influence de la pression, il n'a pas été fait jusqu'ici d'expériences de vérification, en raison de la difficulté de ces expériences. Il faut, en effet, pour obtenir une faible variation de solubilité, développer des pressions énormes qui exigent l'emploi d'appareils métalliques, dans lesquels il est difficile de voir ce qui se passe.

QUATRIÈME LOI, OU LOI DE L'ÉQUILIBRE ISOCHIMIQUE.

Cette loi qui, de même que les précédentes, s'applique à tous les phénomènes chimiques, peut, dans le cas de la dissolution, s'énoncer ainsi :

La condition pour qu'une dissolution, en équilibre de saturation aux tensions p et t, le soit encore sans changement de composition aux tensions $p + \Delta p$ et $t + \Delta t$ est donnée par l'équation :

$$425\,L\,\frac{\Delta t}{t} + pV.\,\frac{\Delta p}{p} = o,$$

dans laquelle les lettres ont la signification indiquée précédemment :

L et V, chaleur latente et changement de volume amené par la dissolution du corps cristallisé effectuée à pression et température constantes dans une masse indéfinie de dissolution prise à un état infiniment voisin de la saturation.

Pour établir cette formule, il n'y a qu'à appliquer la première partie du théorème de Carnot et écrire que la puissance motrice développée par la dissolution d'une petite quantité d'un corps dans sa solution saturée est nulle.

Par hypothèse, la dissolution considérée est en équilibre

aux tensions p et t; en la portant aux tensions $p + \Delta p$ et $t + \Delta t$, le rétablissement de l'équilibre de saturation développera une quantité de puissance motrice dont l'expression a été donnée plus haut. Si l'équilibre subsiste sans changement de saturation, cette quantité de puissance motrice devra être nulle, ce qui donne l'équation ci-dessus.

Il résulte de cette équation que, pour compenser de faibles variations de température, il faut des variations énormes de pression. En effet, L, pour un poids moléculaire, oscille autour d'un nombre de calories équivalent à 2.200 kilogrammètres; et pV, pour la pression atmosphérique, autour de 2 kilogrammètres. Il en résulte que la variation relative de pression doit être aux environs d'un millier de fois plus grande que la variation relative de température qu'elle compense.

La dissolution de la plupart des corps étant accompagnée d'une contraction, il en résulte qu'une élévation de pression abaisse, pour une dissolution de composition donnée, la température de cristallisation; pour certains d'entre eux, au contraire, la dissolution est accompagnée d'une augmentation de volume, par exemple pour les dissolutions de chlorhydrate d'ammoniaque dans l'eau et surtout pour les verres fondus résultant de la dissolution mutuelle du quartz et de certains silicates métalliques. Dans ce cas, une élévation de pression entraîne une élévation correspondante de la température de cristallisation. J'ai montré comment ce fait pouvait donner l'explication de la cristallisation des roches acides de l'écorce terrestre, cristallisation que nous sommes incapables de produire dans nos laboratoires sous la pression ordinaire. En effet, la température de cristallisation de ces verres siliceux peu fusibles semble correspondre à leur période de solidité; le défaut de mobilité rend toute cristallisation impossible. Mais la fluidité de ces verres augmente rapidement avec

la température ; il doit suffire d'élever de quelques centaines de degrés le point de cristallisation pour rendre celle-ci possible. Bien que ne connaissant pas la chaleur latente de dissolution des éléments des roches acides, on peut, en raisonnant par voie d'analogie, penser que le résultat cherché serait obtenu au moyen d'une pression de 2.000 atmosphères par exemple.

J'ai entrepris, pour corroborer cette théorie, des expériences sur la cristallisation du feldspath par fusion ignée sous pression. La pression a atteint 5.000 atmosphères : la matière renfermée dans un cylindre en acier était chauffée par une spirale de platine incandescente, noyée dans le verre. Mais ces expériences n'ont donné aucun résultat ; je me suis aperçu, après les avoir terminées, que la température obtenue avait été beaucoup moins élevée que je ne le pensais. En chauffant la spirale jusqu'à sa fusion, la température la plus élevée dans la masse n'a pas dépassé 1.100°, tandis qu'il aurait fallu atteindre au moins 1.500° pour donner au feldspath vitreux la fluidité nécessaire à sa cristallisation. Je me propose de reprendre à nouveau ces expériences dans des conditions plus favorables.

Pression non uniforme. — On n'a envisagé jusqu'ici que le cas de dissolutions soumises à une pression uniforme, ce qui est, en effet, la condition la plus usuelle. Mais il est possible d'établir une différence de pression entre le corps cristallisé et la dissolution liquide, par exemple, en comprimant dans un cylindre au moyen d'un piston ayant du jeu, de façon à laisser le liquide en libre communication avec l'extérieur, ou simplement en empilant le corps solide sur une grande hauteur de façon à ce qu'il se comprime lui-même par son poids. Les mêmes raisonnements que précédemment sont applicables au calcul de la puissance motrice. Ils donnent, en appelant p_0 et p_1 les pressions

supportées par le de et la dissolution, V_0 le volume d'une molécule du corps solide, et V_1 l'augmentation de volume de la dissolution résultant de la dissolution de cette même quantité :

$$p_0 V_0 \frac{dp_0}{p_0} - p_1 V_1 \frac{dp_1}{p_1}$$

pour la puissance motrice développée pendant le retour à l'état d'équilibre, en partant des pressions p_0 et p_1 d'une dissolution qui serait en équilibre sans changement de composition aux pressions $p_0 + dp_0$ et $p_1 + dp_1$.

En partant de cette expression, on obtient, pour la condition de l'équilibre isochimique, l'équation :

$$425 \frac{Ldt}{t} + p_0 V_0 \frac{dp_0}{p_0} - p_1 V_1 \frac{dp_1}{p_1} = 0,$$

qui, si la dissolution n'est pas comprimée, ce qui est le seul cas intéressant dans la pratique, se réduit à :

$$425 \frac{Ldt}{t} + p_0 V_0 \frac{dp_0}{p_0} = 0,$$

équation de même forme que celle obtenue dans le cas d'une pression uniforme, mais en différant en ce que la contraction $V = V_1 - V_0$ est remplacée par le volume total V_0 du corps solide qui est beaucoup plus grand. Il en résulte que, dans ces conditions, l'accroissement de solubilité produit par une même variation de pression est beaucoup plus considérable.

Cette influence des pressions non uniformes comporte quelques applications pratiques intéressantes. Soit une dissolution saturée au contact de fragments du corps solide en excès ; si on vient à exercer une pression sur la masse des fragments solides en laissant libre la circulation du liquide, la solubilité du corps solide va augmenter rapidement ; il se dissoudra dans le liquide interposé entre les

fragments en donnant une solution sursaturée. Mais cet état instable ne va pas subsister, il se déposera bientôt, au milieu des vides, là où ils échappent à la pression, des cristaux, et le liquide désursaturé pourra dissoudre une nouvelle quantité des fragments comprimés. Le phénomène continuera ainsi jusqu'au moment où tous les vides seront comblés ; la masse sableuse mise en expérience devra se transformer en un bloc compact. Son durcissement, comme dans le cas de la prise des ciments, sera le résultat d'une sursaturation passagère. La cause seule de la sursaturation aura été différente.

L'expérience a pleinement confirmé ces prévisions de la théorie. En comprimant des fragments humides d'azotate de soude ou de chlorure de sodium à des pressions voisines de 100 kilogrammes par centimètre carré, c'est-à-dire incapables de désagréger la matière solide, en ayant soin d'employer un piston à jeu libre pour permettre l'écoulement du liquide, la matière s'est peu à peu tassée sur elle-même ; la transformation était accusée par la descente du piston. En démoulant au bout d'une huitaine de jours, quand tout mouvement du piston fut cessé, on retira des blocs compacts et très durs de chlorure de sodium et d'azotate de soude. Sous des pressions plus faibles, le phénomène est le même, sa vitesse seule diminue progressivement, comme on peut le prévoir.

Ce mécanisme du durcissement des poudres n'a rien de commun avec celui que M. Spring, dans ses expériences bien connues, a employé après M. Fizeau. Ces savants ont aggloméré, par la pression seule, des poudres sèches en employant des pressions très élevées qui ont atteint dans certains cas 10.000 kilogrammes par centimètre carré. Ici c'est la plasticité de la matière qui est en jeu ; aucun effet n'est produit si la pression n'est pas suffisante pour broyer le corps en expérience, le faire s'écouler sur lui-même. Le résultat est indépendant de la solubilité, puisqu'il n'y a

pas de dissolvant; il ne dépend, pour une pression donnée, que de la dureté plus ou moins grande. Au contraire, pour le mécanisme que j'indique ici, le durcissement d'un corps soluble peut être obtenu par une compression infiniment faible, pourvu que l'on dispose d'un temps infiniment long.

Ce mécanisme du durcissement permet de comprendre comment s'est effectué le durcissement des sédiments géologiques qui, au moment de leur formation, constituaient des dépôts meubles. comme l'attestent les coquilles que l'on y trouve, et que nous voyons aujourd'hui sous forme de bancs de calcaires compacts, de grès ou de schistes.

Les calcaires solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique, les sables et les argiles imprégnés, pendant les phénomènes de métamorphisme, d'éléments volatils et, *a fortiori*, fusibles, ont supporté pendant des siècles les poids de terrains d'épaisseurs considérables dépassant souvent un millier de mètres. Les liquides qui imprégnaient et imprègnent encore aujourd'hui ces masses poreuses ne supportent pas actuellement, et le faisaient moins encore au début, la pression de tous les morts terrains à travers lesquels elles peuvent circuler; la pression tend à se rapprocher de la pression hydrostatique qui, en raison de la moindre densité de l'eau, doit être comprise entre la moitié et le tiers de celle qui résulte du poids des roches. Une semblable différence, combinée avec la durée énorme des phénomènes géologiques, permet de s'expliquer la formation de roches solides dans les terrains sédimentaires.

Le même mécanisme permet de comprendre comment ces roches, qui nous semblent aujourd'hui dépourvues de toute plasticité, ont pu parfois éprouver dans les soulèvements lents du sol des plissements très accentués sans aucune rupture apparente.

L'explication donnée ici pour le durcissement des dépôts sédimentaires, en faisant intervenir les phénomènes de dissolution, peut évidemment être étendue, sans rien y changer,

au durcissement de la neige dans la formation des glaciers; seulement il faut invoquer ici le phénomène plus simple de fusion au lieu de celui de dissolution, mais la théorie est exactement la même. Les grains de neige, se comprimant l'un l'autre par leur poids, fondent à leur point de contact, et le regel se produit dans l'intervalle des grains vides où la pression ne se fait pas sentir. C'est là aussi l'explication de l'expérience classique qui consiste à faire traverser un bloc de glace par un fil métallique sans qu'après le passage il subsiste aucune solution de continuité apparente. La théorie généralement admise du regel qui ne considère que les pressions uniformes, n'explique en fait rien du tout, car elle suppose que la pression, après s'être exercée momentanément, disparaît ensuite, ce qui n'est pas le cas dans les glaciers où l'épaisseur de neige va en augmentant; elle nécessite l'intervention de pressions énormes dix fois plus considérables que celles invoquées dans la théorie qui vient d'être exposée ici. Enfin, dans le cas de pression uniforme, il faut que toute la masse de glace fonde à la fois ou que rien du tout ne fonde, ce qui ne cadre guère avec un phénomène aussi lent et progressif que l'agglomération de la neige dans sa transformation en glace.

CINQUIÈME LOI : LOI DE SOLUBILITÉ PROPREMENT DITE.

La plus intéressante à connaître des relations qui définissent l'équilibre des solutions saturées est celle qui rattache la variation de solubilité à la variation de température, la pression étant supposée constante. C'est cette relation que donnent, par la méthode expérimentale, les courbes usuelles de solubilité. Sa détermination rigoureuse échappe aux méthodes de l'énergétique parce que nous ne savons pas exprimer, en fonctions de la variation de

concentration, la variation de puissance motrice mise en jeu dans la dissolution.

On ne peut espérer qu'une solution approchée du problème, et la méthode à suivre dans cette recherche est la suivante : la variation de solubilité d'un sel avec la température n'est pas le seul phénomène dans lequel entre en jeu la puissance motrice de dissolution; il intervient également dans les variations des tensions de vapeur avec la concentration, dans les variations de force électromotrice des piles avec la concentration, dans les variations de la pression osmotique avec la concentration, etc. Si une étude expérimentale de l'un de ces phénomènes a été faite d'une façon assez complète, nous pourrons en déduire des valeurs approchées de la variation de puissance motrice dont on fera ensuite usage dans l'étude de la solubilité. C'est la marche qui sera suivie ici; on prendra comme phénomène accessoire celui des tensions de vapeur. En général, depuis les travaux de M. van t'Hoff, on utilise de préférence les pressions osmotiques, mais on le fait à tort parce que les mesures de ce phénomène sont beaucoup moins précises et beaucoup moins nombreuses que celles que nous possédons déjà sur les tensions de vapeur.

La marche suivie ici dans les raisonnements sera la suivante. On commencera par établir, avec l'aide du théorème de Carnot, une certaine relation entre la variation de la température et la variation de tension de vapeur de l'un ou de l'autre des corps constituant la dissolution; puis, on demandera à l'expérience une relation entre ces tensions de vapeur et la concentration de la dissolution.

La concentration de la dissolution sera définie par le nombre de molécules s du corps à saturation, qui est renfermé dans une molécule du mélange. Cette définition de la concentration est nécessitée par la forme des lois expérimentales que l'on aura à invoquer.

Soit f la tension de vapeur émise par la dissolution de concentration s du corps qui est à saturation. Cette tension est égale à la tension de vapeur du corps solide quand il y a équilibre de saturation.

Soit φ la tension de vapeur du second corps de la dissolution, dont la concentration aura pour valeur $1 - s$, en adoptant la même convention que ci-dessus.

D'après le théorème de Carnot, la puissance motrice mise en jeu dans une transformation réversible est indépendante des moyens mis en œuvre, elle ne dépend que de l'état initial et final. Si donc on fait cristalliser une certaine quantité du corps solide en partant de la solution saturée par l'un des trois procédés suivants, on pourra écrire que la puissance motrice mise en jeu est, dans tous les cas, la même. On supposera que la quantité du corps cristallisé est une molécule et que l'on part d'une quantité de solution assez considérable pour que sa concentration ne soit modifiée que d'une quantité infiniment petite ds.

Voici les trois procédés qui seront mis en œuvre :

1° Variation de température dt à pression constante, de manière à faire cristalliser la quantité voulue du corps, puis retour à la température initiale en isolant de la dissolution le corps cristallisé. D'après la formule donnée plus haut, la puissance motrice mise en jeu est :

$$\frac{1}{2} \cdot 425. \frac{\mathrm{L}dt}{t}.$$

2° Évaporation à température constante d'une molécule de celui des corps de la dissolution qui est à saturation, la dissolution étant supposée isolée du corps cristallisé, puis compression de la vapeur pour la ramener à sa tension initiale, qui était égale à celle du corps cristallisé, et enfin transformation de cette vapeur en corps cristallisé. On trouve, tout calcul fait, en admettant l'exactitude

de la loi de Mariotte, et négligeant le volume du liquide vis-à-vis de celui de sa vapeur :

$$-\frac{1}{2}\,\mathrm{R}t.\,\frac{1}{f}\cdot\frac{df}{ds}\cdot ds.$$

3° Évaporation à température constante d'une quantité $\frac{1-s}{s}$ du second corps de la dissolution, de façon à faire encore cristalliser une molécule du premier, puis isolément de la dissolution, et condensation de la vapeur en maintenant la dissolution isolée du corps cristallisé. On trouve, en négligeant les mêmes quantités que précédemment :

$$-\frac{1}{2}\,\frac{1-s}{s}\cdot\mathrm{R}t.\,\frac{1}{\varphi}\cdot\frac{d\varphi}{ds}\cdot ds.$$

Ces trois expressions de la puissance motrice de cristallisation sont équivalentes :

$$425\mathrm{L}\,\frac{dt}{t}=-\,\mathrm{R}t.\,\frac{1}{f}\cdot\frac{df}{ds}\,ds=-\,\frac{1-s}{s}\cdot\mathrm{R}t.\,\frac{1}{\varphi}\cdot\frac{d\varphi}{ds}\cdot ds,$$

d'où l'on tire, en remplaçant R par sa valeur 0,83, et divisant par t les deux équations :

$$\frac{1}{f}\,\frac{df}{ds}\,ds+500\,\frac{\mathrm{L}}{t^2}\,dt=0, \tag{1}$$

$$\frac{1-s}{s}\cdot\frac{1}{\varphi}\cdot\frac{d\varphi}{ds}\cdot ds+500\,\frac{\mathrm{L}}{t^2}\,dt=0. \tag{2}$$

Pour tirer parti de ces deux équations, il faut demander à l'expérience la valeur des termes $\frac{1}{f}\frac{df}{ds}\,ds$ et $\frac{1}{\varphi}\cdot\frac{d\varphi}{ds}\,ds$.

On laissera d'abord de côté les solutions aqueuses en raison des anomalies bien connues qu'elles présentent, et on ne s'occupera que des mélanges des liquides normaux

de Ramsay. Une série très complète d'expériences, faites par M. Raoult, sur les dissolutions d'un certain nombre de corps dans l'éther, ont montré que l'on avait, en appelant F la tension de vapeur de l'éther pur à la température considérée par les concentrations inférieures à 0,2, la relation très exacte :

Pour :

$$s < 0{,}2, \qquad \frac{f}{F} = s, \qquad \text{d'où:} \qquad \frac{1}{f} \cdot \frac{df}{ds} = \frac{1}{s}.$$

Si nous généralisons cette relation à tous les corps normaux et si nous supposons que les deux corps de la dissolution appartiennent à cette catégorie, nous pourrons appliquer la même loi au second corps, c'est-à-dire que :

Pour :

$$1 - s < 0{,}2, \qquad \text{ou:} \qquad s > 0{,}8,$$

on a :

$$\frac{\varphi}{\Phi} = 1 - s, \qquad \text{d'où:} \qquad \frac{1}{\varphi}\frac{d\varphi}{ds} = \frac{1}{1-s},$$

En reportant ces valeurs dans les équations (1) et (2), elles donnent l'une et l'autre la même équation résultante :

$$(3) \quad \frac{ds}{s} + 500\,\frac{L dt}{t^2} = 0,$$

qui est par conséquent applicable aux concentrations :

$$s < 0{,}2 \qquad \text{et} \qquad s > 0{,}8.$$

Exacte pour les valeurs extrêmes de s, on peut supposer qu'elle ne s'écarte pas beaucoup de la vérité pour les valeurs moyennes.

Des expériences récentes, faites par M. Linebarger, sur les mélanges de liquides volatils, ont montré que, pour

certains liquides, comme la benzine, le toluène, cette formule était encore exacte pour toutes les concentrations.

Voyons maintenant comment cette formule doit être modifiée dans le cas des solutions aqueuses. Les corps solubles dans l'eau, qui sont presque tous des sels, ne sont généralement pas volatils à la température ordinaire, on ne sait donc rien sur leur tension de vapeur ; il n'y a à s'occuper que de celle de l'eau. Les expériences sur la tension des solutions aqueuses, faites par Wüllner, Tammann, etc., permettent de conclure que le coefficient d'abaissement de la tension de vapeur de l'eau varie peu avec la concentration et la température pour un même sel en solution suffisamment diluée, mais est notablement différent de l'unité et n'est pas le même pour tous les sels. On pourra poser dans une première approximation, en appelant δ une constante :

$$\frac{1}{\varphi}\frac{d\varphi}{ds} = \frac{\delta}{1-s} \text{ (*)}.$$

Ce qui donnera pour l'équation des courbes de solubilité dans les cas de solutions diluées :

$$(4) \qquad \delta.\frac{ds}{s} + 500\frac{Ldt}{t^2} = o.$$

C'est la formule que j'avais tout d'abord établie, ne m'étant, dans mes premières recherches, occupé que des

(*) Wüllner, pour représenter ses expériences, avait donné la formule :

$$\frac{\Phi - \varphi}{\Phi} = \delta - s.$$

Il est facile de voir que pour les solutions diluées, c'est-à-dire pour s très petit, les deux formules sont équivalentes. Celle que j'emploie s'obtient en différentiant l'équation :

$$\log\frac{\varphi}{\Phi} = \delta.\log(1-s), \quad \text{ou :} \quad \log\left(1 - \frac{\Phi - \varphi}{\Phi}\right) = \delta.\log(1-s),$$

qui, développée en série et se limitant au premier terme, retombe sur celle de Wüllner.

solutions aqueuses. J'empruntais la valeur de δ aux expériences de Wüllner sur les tensions de vapeur. Depuis, M. van t'Hoff a montré que l'on pouvait obtenir un coefficient δ, en partant des expériences de M. Raoult sur l'abaissement des points de congélation; cette méthode est préférable en raison de la facilité plus grande des mesures cryoscopiques. On établira ici la relation de M. van t'Hoff, par une voie un peu différente de celle suivie par ce savant. Cette relation n'est, en effet, qu'un cas particulier de la formule générale donnée ici.

Appliquons, en effet, la formule (1) à la cristallisation de la glace; nous aurons, en appelant s' la concentration de l'eau dans la dissolution, toujours la même formule :

$$\delta \frac{ds'}{s'} + 500 \frac{L'dt}{t^2} = 0,$$

le δ étant le même que dans l'équation (4), puisque dans les deux cas il représente le coefficient d'abaissement de la tension de vapeur de l'eau. Mais, en reprenant la notation ci-dessus, dans laquelle on a appelé s la concentration du sel, on a :

$$s' = 1 - s,$$

et par suite :

$$\delta \frac{d(1-s)}{1-s} + 500L' \frac{dt}{T^2} = 0.$$

Si l'on considère, ce qui est le cas dans la cryoscopie, des intervalles de température et concentration assez petits pour que l'on puisse considérer δ et L' comme absolument invariables et faire $1 - s$ égal à l'unité, on obtient :

$$\delta = -500 \frac{L'}{t^2} \cdot \frac{\Delta t}{s}.$$

Or :

$$L' = 10^{Cal}, \qquad t = 273; \qquad \text{donc : } 500 \frac{L'}{t^2} = \frac{1}{18,3},$$

d'où :

$$\delta = -\left(\frac{1}{18,3}\right) \cdot \frac{\Delta t}{s},$$

dans laquelle $\frac{\Delta t}{s}$ est l'abaissement moléculaire de congélation.

On a jusqu'ici complètement laissé de côté le cas où les deux corps mêlés dans la dissolution peuvent cristalliser ensemble en donnant des mélanges isomorphes ou des combinaisons définies, des hydrates par exemple.

Le cas des mélanges isomorphes échappe complètement à la théorie qui vient d'être exposée. Au contraire, pour les combinaisons, mais seulement dans le cas de dissolutions très diluées, les raisonnements sont encore valables.

Nous allons maintenant passer en revue les principales conséquences qu'entraînent ces formules approchées, et chercher dans quelles limites elles sont confirmées par l'expérience. Il n'y aura pas lieu de faire une discussion à part pour les corps normaux et les solutions aqueuses; il suffira, dans tous les cas, de prendre la formule relative aux solutions aqueuses, qui donne, comme cas particulier, la formule relative aux corps normaux, en faisant $\delta = 1$.

Vérification directe. — La vérification la plus simple consiste à prendre la formule telle quelle :

$$\delta . \frac{ds}{s} + 500 \frac{Ldt}{t^2} = o;$$

demander à l'expérience la valeur des différentes grandeurs qu'elle renferme, et voir si, en les substituant dans l'équation, celle-ci est satisfaite.

δ est connu pour un grand nombre de sels par les expériences de tonométrie et de cryoscopie.

s et *t* sont connues en fonction l'une de l'autre par les expériences nombreuses faites sur la solubilité.

L, au contraire, n'est connu que pour un petit nombre de corps; c'est en effet la chaleur de dissolution dans une solution infiniment voisine de la saturation. Les déterminations les plus fréquentes de cette chaleur de dissolution ont été faites en liqueurs très étendues.

Je me proposais, pour cette vérification, de faire un certain nombre de mesures de la chaleur de dissolution à saturation, ne connaissant pas les déterminations semblables déjà faites à l'étranger. Avant que j'aie fait ce travail, M. van t'Hoff a donné la vérification complète de ma formule de solubilité.

Je reproduis ci-dessous quelques-uns des chiffres du tableau publié par M. van t'Hoff. Pour faire la comparaison entre la formule et l'expérience, on rapproche les deux valeurs de L, l'une obtenue par l'expérience, l'autre déduite par l'intermédiaire de la formule des autres grandeurs auxquelles elle est rattachée:

Corps	Température	Solubilité	δ	L Calculé	L Observé
Bichromate de potasse.	0	4,6	2,36	— 17,3	— 17
	10	7,4			
Baryte...............	0	1,5	2,69	— 16,3	— 15,2
	10	2,22			
Chaux...............	15,6	0,129	2,59	+ 2,8	+ 2,8
	54	0,103			
Chlorate de potasse ...	0	3,3	1,78	— 11	— 10
	15,37	6,03			
Acide borique........	0	1,947	1,11	— 5,8	— 5,6
	12	2,92			

Ces résultats montrent que l'équation des courbes de solubilité se vérifie encore pour des concentrations plus élevées qu'on n'aurait pu le supposer, en raison de la variabilité de δ.

Points anguleux des courbes de solubilité. — Deux variétés d'un même sel ayant des chaleurs latentes de dissolution différentes, auront des courbes de solubilité différentes; on retombe ainsi sur une propriété qui a antérieurement été établie d'une façon directe. A leur point de rencontre, ces deux courbes, ayant une direction différente, donneront un point anguleux. Si nous appelons s_0 et t_0 la concentration et température correspondant à un semblable point anguleux, ds et ds' les accroissements de solubilité des deux variétés du sel pour une même élévation de température, nous aurons, en reprenant l'équation (1) qui ne repose sur aucune hypothèse et s'applique à des concentrations quelconques :

$$\text{Première variété : } \frac{1}{f}\frac{df}{ds}\, ds = -\, 500\, \frac{L dt}{t_0^2}$$

$$\text{Deuxième variété : } \frac{1}{f}\frac{df}{ds} \cdot ds' = -\, 500\, \frac{L' dt}{t_0^2};$$

et en divisant membre à membre :

$$\frac{ds}{ds'} = \frac{L}{L'},$$

relation qui ne repose sur aucune hypothèse, et est rigoureusement exacte. Cette relation exprime que les tangentes trigonométriques des angles que font avec l'axe des abscisses les directions des deux courbes à leur point d'intersection sont proportionnelles aux chaleurs de dissolution.

On peut donc affirmer d'une façon certaine que les raccords continus signalés dans quelques recherches expérimentales sur la solubilité n'existent pas.

Il n'a pas été donné jusqu'ici de vérifications numériques de cette formule; la précision des expériences usuelles de solubilité ne permet pas de connaître, avec une précision suffisante, les directions des tangentes aux courbes de solubilité, à ce point même que la plupart des

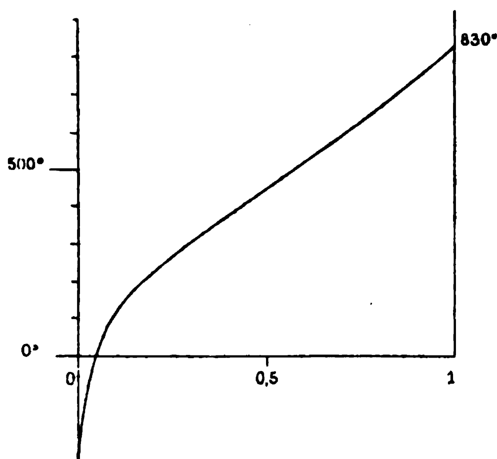
expérimentateurs n'ont reconnu l'existence de ces points anguleux que depuis que j'ai démontré la nécessité de leur existence par les raisonnements qui viennent d'être rappelés.

Forme des courbes de solubilité. — Si nous construisons les courbes représentées par l'équation :

$$\delta . \frac{ds}{s} + 500 \frac{Ldt}{t^2} = 0,$$

en donnant à δ et L des valeurs constantes, nous aurons une courbe théorique de solubilité qui correspondrait au cas où le mélange des deux corps fondus se fait sans dégagement de chaleur, ce qui est approximativement vrai, pour le mélange d'un grand nombre de corps normaux. Le tableau et le graphique ci-dessous ont été calculés en prenant :

$$\delta = 1$$
$$L = 2,84$$
$$t \text{ (fusion)} = 273 + 830,$$



données qui paraissent se rapprocher de celles du sulfate

de lithium fondu :

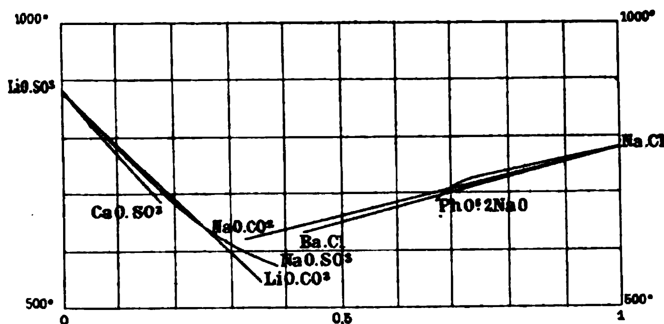
s	$t - 273$
1	836
0,9	741
0,8	661
0,5	440
0,3	295
0,1	221

On voit que, dans une très grande partie de son étendue, cette courbe se confond avec une droite ; en réalité, elle présente un point d'inflexion aux environs de $s = 0,6$. C'est là l'explication de ce fait, remarqué depuis longtemps, que la courbe de solubilité diffère souvent très peu de la ligne droite.

Cette formule montre, en outre, que théoriquement la courbe de solubilité d'un corps est indépendante de la nature du second corps, du dissolvant auquel il est mêlé. Ce fait, antérieurement à mes études, avait été reconnu par M. Schröder dans des études expérimentales sur la solubilité de la naphtaline dans les dissolvants organiques. Les courbes se superposaient pour cinq dissolvants, mais étaient différentes avec les alcools. J'ai montré que les cinq corps dissolvants, donnant une même courbe, étaient des liquides normaux de M. Ramsay, tandis que les alcools sont connus comme anormaux ; le coefficient δ est alors différent de l'unité, et les courbes sont aussi différentes. J'ai retrouvé des résultats semblables dans l'étude de la solubilité des mélanges salins. Voici quelques résultats relatifs à la solubilité du chlorure de sodium et du sulfate de lithium dans différents sels fondus. On voit que les courbes sont très voisines l'une de l'autre.

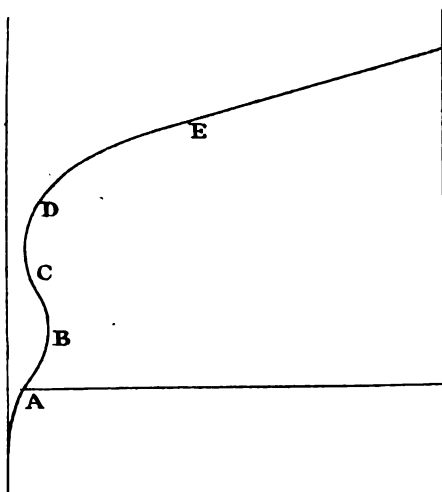
Corps dissous	dissolvant	$s = 1$	$s = 0,9$	$s = 0,8$	$s = 0,7$	$s = 0,6$
NaCl	$NaO.CO^2$	778	755	738	718	692
	$PhO^5.2NaO$	id.	762	743	710	»
	BaCl	id.	758	740	717	690
$LiO.SO^3$	$CaO.SO^3$	830	750	675	»	
	$LiO.CO^2$	id.	745	667	580	
	$NaO.SO^3$	id.	750	680	620	

Ces courbes ne se superposent pas exactement parce que l'hypothèse que la chaleur de dissolution est constante et égale à la chaleur de fusion du sel n'est qu'approchée, même dans les cas les plus favorables, ceux des liquides normaux.



Dans les solutions aqueuses et, en général, dans les liquides anormaux, la chaleur de dissolution peut différer du tout au tout de la chaleur de fusion ; elle peut s'annuler et même changer de signe. Il en résultera pour les courbes de solubilité des formes possibles, tout à fait différentes de la forme théorique indiquée ci-dessus. Vers les très basses températures, la dissolution se fait toujours avec absorption de chaleur ; aux températures croissantes cette absorption de chaleur diminue et peut s'annuler ; cela arrive pour le sulfate de chaux à 38°. Au delà, il y aura dégagement de chaleur, mais cela ne durera pas indéfiniment : il faut au moins, en théorie, que la chaleur de dissolution pour des températures plus élevées s'annule encore une fois pour redevenir du même signe que la chaleur de fusion. Il y aura donc deux températures pour lesquelles la chaleur de dissolution sera nulle, et, par suite, deux tangentes parallèles à l'axe des températures.

La forme théorique de la courbe de solubilité sera alors la suivante :



Mais en fait, l'eau ne pouvant conserver l'état liquide que dans un intervalle restreint de température, il est impossible d'obtenir des courbes semblables dans leur ensemble; on n'en observe jamais que des fragments très limités. Voici l'indication des parties de la courbe que l'on observe avec différents sels :

A. — Sulfate de thorine, sulfate de soude.
B. — Sulfate de chaux.
C. — Hydrate de chaux.
D. — Chlorure de sodium, azotate de soude, butyrate de chaux.
E. — Chlorate de potasse, azotate de potasse.

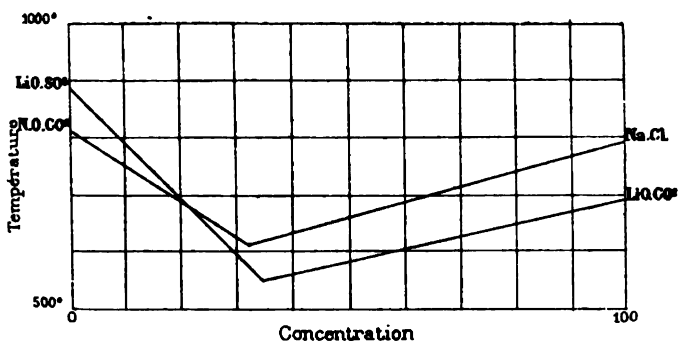
Branches multiples des courbes de solubilité. — Toute dissolution comprend au moins deux corps, qui ont chacun une courbe de solubilité partant de leur point de fusion. Ces deux courbes se coupent à angle vif en un

point. Les seules parties observables de ces courbes sont celles comprises entre le point de fusion et le point de rencontre ; les parties situées au-delà du point de rencontre correspondent à des états instables qu'il est à peu près impossible de réaliser.

L'ensemble des courbes de fusibilité d'un mélange de deux corps normaux différera donc très peu d'un système de deux droites se coupant à angle vif. Ce cas est réalisé très exactement par un grand nombre d'alliages métalliques ou de mélanges de sels. En voici deux exemples :

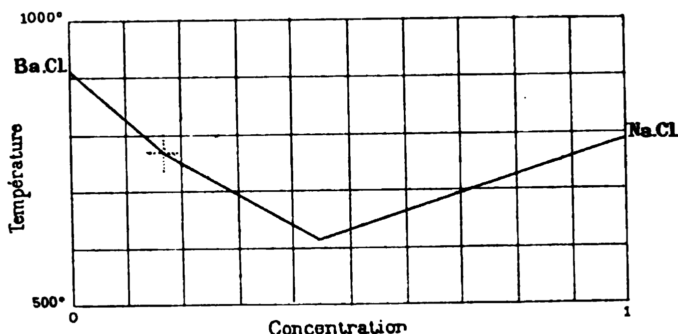

$LiO.CO^2$ — $LiO.SO^3$


$NaCl$ — $NaO.CO^2$



Lorsque l'un des corps en présence peut exister à l'état solide sous différentes variétés allotropiques, chacune d'elles aura une courbe de solubilité distincte. Des exemples en ont été donnés depuis longtemps par Löwel pour le sulfate de magnésie, par M. Roozboom pour le chlorure de calcium. Pour ces deux sels on peut avoir, au moins d'une façon passagère, les deux variétés à la même température ; on a donc aussi à une même température les deux branches de la courbe de solubilité. Mais, le plus souvent, chacune des deux variétés ne peut être conservée que dans les conditions où elle est réellement

stable, c'est-à-dire l'une au dessous, l'autre au dessus d'une certaine température. Leurs deux courbes se succèdent alors en donnant un point anguleux à la température de transformation. Mais l'angle est généralement très obtus, par suite difficile à reconnaître, parce que les chaleurs latentes de transformation allotropique sont généralement assez faibles vis-à-vis des chaleurs latentes de fusion ou de dissolution. Les mélanges salins qui renferment du chlorure de baryum donnent un exemple très net de point anguleux semblable.



Enfin, lorsque les sels donnent des combinaisons définies, chacune de ces combinaisons a sa courbe de solubilité. On peut parfois, dans le cas des dissolutions aqueuses, obtenir à une même température différentes branches, dont une seule correspond à un état stable, et les autres à des états instables connus sous le nom de sursaturation. Dans les dissolutions aux températures élevées, mélanges de sels fondus et alliages, on ne peut presque jamais obtenir que l'état stable, de telle sorte que les différentes branches des courbes de solubilité se succèdent simplement. Le passage se fait par un point anguleux, souvent très accentué. D'un côté du point anguleux, c'est un des corps qui cristallise seul, et de l'autre la combinaison.

Lorsque la combinaison peut fondre sans décomposition, le mélange fondu correspondant à sa composition correspond à un maximum de température pour la courbe de fusibilité et peut même présenter un point anguleux. Ce fait a été observé, pour la première fois par M. Roozboom, sur un hydrate du chlorure de calcium. J'en ai observé de nombreux exemples dans la fusibilité des mélanges salins et des alliages métalliques. En voici deux exemples se rapportant : l'un, au carbonate double de potasse et de lithine ; l'autre, à un borophosphate de soude.

Dans les tableaux ci-dessous, le coefficient de solubilité exprime le nombre d'équivalents de carbonate de lithine dans le premier exemple, de phosphate de soude dans le second, rapportés à un équivalent de mélange.

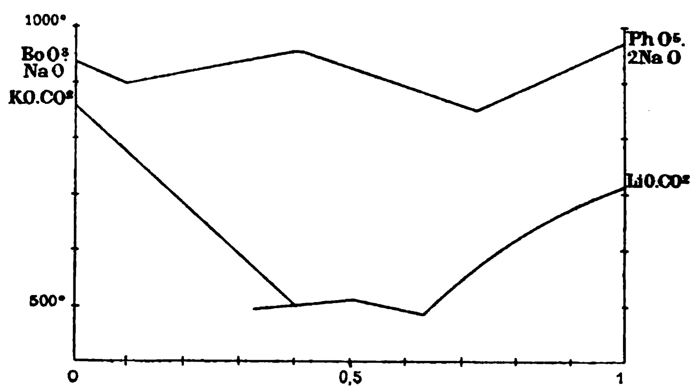
$KO.CO^2 — LiO.CO^2$

Carbonate potassique		Sel double		Carbonate lithique	
s.	t.	s.	t.	s.	t.
0,0	860	0,33	492	0,62	492
0,09	777	0,395	500	0,666	525
0,165	720	0,442	505	0,77	600
0,20	682	0,50	515	0.835	638
0,31	590	0,545	505	0,91	673
0,395	515	0,62	492	1,0	710

$BoO^3.NaO — PhO^5.2NaO.$

Borate monosodique		Sel double		Phosphate bisodique	
s.	t.	s.	t.	s.	t.
0,0	940	0,23	932	0,715	850
0,07	918	0,33	952	0,895	925
0,09	910	0,375	960	1,0	970
		0,41	960		
		0,44	950		
		0,50	930		
		0,715	850		

Ces résultats sont représentés par les courbes ci-dessous.



Le carbonate double potassico-lithique est un sel parfaitement cristallisé, possédant une double réfraction énergique, se décomposant rapidement au contact de l'eau. Il résulte de l'union à équivalents égaux des carbonates simples.

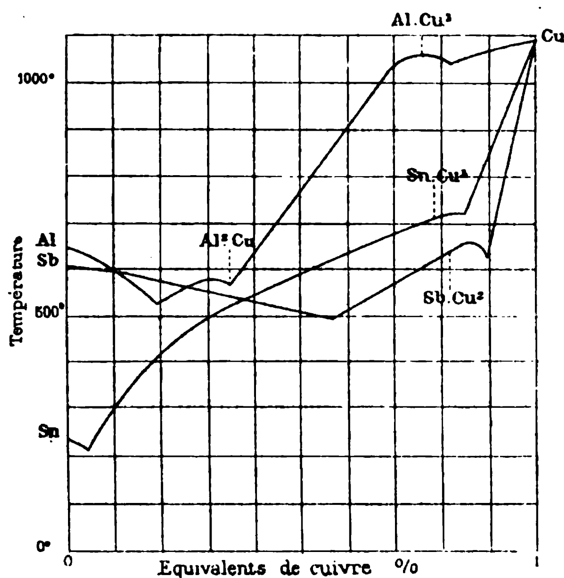
Le borophosphate de soude est caractérisé par son absence d'action sur la lumière polarisée, ce qui le différencie nettement des deux sels simples constituants.

Ces expériences laissent subsister un certain doute sur la question de savoir si le maximum a lieu exactement pour la composition du mélange correspondant à celle de la combinaison définie. Il en est bien exactement ainsi pour le carbonate double de potasse et lithine; mais pour le borophosphate de soude la formule serait assez complexe; on ne connaît pas, d'ailleurs, celle de la combinaison définie.

Quelques expériences que j'ai faites sur la fusibilité des alliages métalliques montrent très nettement des maxima pour des compositions un peu différentes de celles de la combinaison définie. Dans ces cas, les courbes n'ont pas

présenté non plus de points anguleux, mais un véritable maximum géométrique à contours arrondis. Voici trois courbes représentant les résultats relatifs aux alliages :

Cu — Al composé défini Al^2Cu et $AlCu^3$
Cu — Sn » Cu^3Sn
Cu — Sb » $SbCu^2$.



On peut, en partant de considérations théoriques sur les tensions de vapeur analogues à celles qui m'ont conduit à la formule des courbes de solubilité, chercher à élucider cette question des maxima correspondant aux combinaisons définies. Deux cas extrêmes peuvent être envisagés : celui où la combinaison subsiste dans le mélange fondu, dans la dissolution, sans dissociation ; et celui où la combinaison est en partie dissociée en ses deux composants. Le premier cas est très simple : le composé, restant sous tous ses états inaltéré, peut être considéré

comme un corps quelconque, abstraction faite de toute relation avec ses composants. La courbe complète de fusibilité peut être considérée comme résultant de la juxtaposition de deux courbes de solubilité: l'une relative au mélange du premier composant avec la combinaison, et celle de la combinaison avec le second composant. Chacune de ces courbes comprendra deux branches, à peu près rectilignes, qui plongeront à partir du point de fusion de chacun des corps. En les accolant, les branches qui se rapportent à la combinaison plongeront chacune de leur côté en formant un angle dont le sommet sera un point haut de la courbe. L'existence d'un point anguleux correspondant au mélange de composition identique à celle de la combinaison définie indique l'absence de dissociation du composé dans le mélange fondu. Tel paraît être le cas du carbonate double de potasse et de lithine.

Envisageons maintenant le cas où la combinaison est en partie dissociée à l'état fondu. Au moment de l'équilibre, la tension de vapeur du composé solide est égale à la tension de vapeur du même corps émise par la dissolution. A température constante, cette tension de vapeur de la dissolution varie d'une façon continue avec la concentration sous laquelle cette combinaison existe dans la dissolution; or, dans le cas de dissociation, cette concentration varie elle-même d'une façon continue avec la proportion des composants mis en présence. Il en résulte que, lorsque cette proportion de composants variera d'une façon continue, la courbe des températures de fusion variera également d'une façon continue; il n'y aura plus de point anguleux, mais seulement un maximum géométrique. Dans ce cas de dissociation il peut également se faire que le maximum ne corresponde pas au mélange ayant la composition de la combinaison définie. Il suffit, pour le montrer, de prouver qu'à température constante la

proportion maxima de la combinaison peut correspondre à une composition différente du mélange liquide.

Soit un composé A résultant de la combinaison de *m* molécules d'un corps B et *n* molécules d'un corps C.

Soit c, c_1, c_2, la concentration de ces trois corps dans la dissolution, dont, par définition, la somme est égale à l'unité.

A température constante, d'après la formule de van t'Hoff, les conditions d'équilibre de ces trois corps fondus ensemble sont données par la formule :

$$\frac{c}{c_1^{mi} - c_2^{n.j}} = C^{te} \text{ (*)}.$$

La proportion maxima de c existant en dissolution s'obtiendra en différenciant cette expression et écrivant que la variation de c est nulle :

$$\frac{dc}{c} = m.i. \frac{dc_1}{c_1} + n.j. \frac{dc_2}{c_2} = o;$$

mais par définition :

$$dc + dc_1 + dc_2 = o;$$

or :

$$dc = o;$$

donc :

$$dc_2 = - dc_1,$$

ce qui donne finalement la condition :

$$\frac{m.i}{c_1} = \frac{n.j}{c_2},$$
$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{m.i}{n.j}.$$

(*) i et j sont les coefficients d'abaissement moléculaire de la tension de vapeur dans la notation de M. van t'Hoff et correspondent à la constante δ de mes formules.

Il faudrait, pour que le mélange fondu ait la même composition que la combinaison :

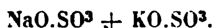
$$\frac{c_1}{c_2} = \frac{m}{n},$$

c'est-à-dire $i = j$. Dans tous les cas où i sera différent de j, le maximum de la courbe de fusibilité ne correspondra pas à une composition du liquide identique à celle de la combinaison. C'est là ce qui doit se passer dans le cas des alliages cités précédemment.

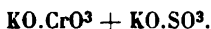
Solubilité des mélanges isomorphes. — Dans le cas où les corps fondus cristallisent ensemble en donnant des mélanges isomorphes, la formule précédemment établie se trouve en défaut, car elle suppose expressément que les corps solides qui prennent naissance au contact des dissolutions conservent la même composition dans un certain intervalle de température. Chacun de ces corps a sa courbe distincte de solubilité. Dans le cas des mélanges isomorphes, au contraire, la composition des cristaux varie d'une façon continue, de telle sorte que la courbe de fusibilité observée peut être considérée comme l'enveloppe d'une infinité de courbes élémentaires qui correspondraient chacune à une composition déterminée des cristaux. Chacune de ces courbes ne correspond à un état stable et n'est, par suite, observable qu'en un seul de ses points. L'application du calcul à ces cas complexes ne semble devoir conduire à aucun fait intéressant; je me suis contenté de la traiter au point de vue expérimental. Je donne ci-dessous les résultats relatifs à des couples de sels dont l'isomorphisme peut être directement établi par l'étude des propriétés optiques.

$KO.CO^2 + NaO.CO^2$.

Concentration :	0	0,20	0,38	0,55	0,65	0,79	1
Température :	860	770	715	690	700	740	820


$NaO.SO^3 + KO.SO^3$.

Concentration :	0	0,11	0,14	0,20	0,33	0,50	0,75	1
Température :	860	830	825	815	830	855	940	1045


$KO.CrO^3 + KO.SO^3$.

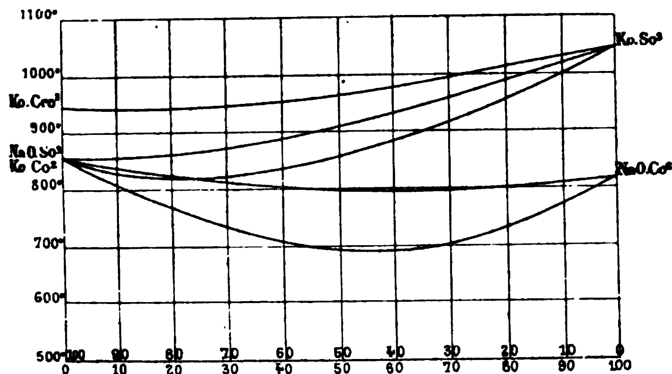
Concentration :	0	0,15	0,33	0,50	0,66	1
Température :	940	950	960	985	1000	1045


$NaO.SO^3 + NaO.CO^2$.

Concentration :	0	0,33	0,50	0,67	0,78	1
Température :	860	810	800	790	795	820


$KO.CO^2 + KO.SO^3$.

Concentration :	0	0,33	0,40	0,50	0,67	0,75	1
Température :	860	880	900	920	960	980	1045



Ce qui caractérise la fusibilité des mélanges isomorphes, c'est donc la continuité de leurs courbes, qui, en outre, s'écartent généralement peu de la ligne droite joignant les points de fusion des deux corps isolés. Des résultats semblables avaient été obtenus antérieurement par M. Küster

pour des composés organiques fondant au-dessous de 100°.

Une seconde série d'expériences se rapporte aux mélanges isomorphes des carbonates doubles alcalins et alcalino-terreux, combinaisons dont l'existence avait été signalée antérieurement par M. Berthelot.

Le tableau ci-dessous donne les températures de cristallisation de mélanges ternaires renfermant du carbonate de soude associé aux trois carbonates alcalino-terreux, et de mélanges quaternaires renfermant les carbonates de potasse et de soude associés aux carbonates de chaux et de baryte :

Mélanges ternaires......	**NaO, (Ca, Sr, Ba) O, C^2O^4**
» quaternaires...	**(Na, K) O, (Ca, Ba) O, C^2O^4**

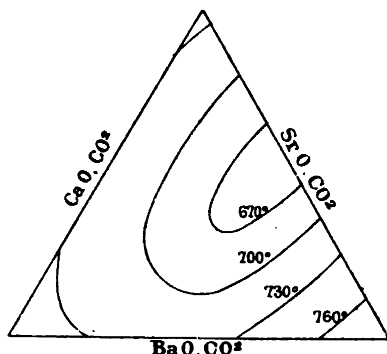
Le nombre des mélanges étudiés a été de 36 ; je donnerai les résultats obtenus pour les 12 premiers, dans lesquels les rapports des nombres de poids équivalents en présence étaient exprimés par des fractions simples.

Nombres d'équivalents de chaque sel.

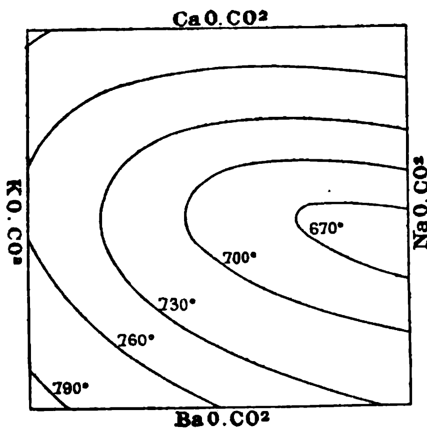
$NaO.CO^2$..	1	1	1	»	»	1	1	1	»	0,5	0,5	0,5
$KO.CO^2$...	»	»	»	1	1	»	»	»	1	0,5	0,5	0,5
$CaO.CO^2$..	1	»	»	1	»	0,5	0,5	»	0,5	1	»	0,5
$SrO.CO^2$..	»	1	»	»	»	0,5	»	0,5	»	»	»	»
$BaO.CO^2$..	»	»	1	»	1	»	0,5	0,5	0,5	»	1	0,5
Températ.	790	750	740	790	800	720	660	720	755	760	780	690

Les résultats de ces expériences peuvent être traduits graphiquement de la façon suivante. On sait que l'on peut représenter la composition d'un mélange ternaire par un point pris dans l'intérieur d'un triangle équilatéral. En effet, la somme des perpendiculaires abaissées d'un point quelconque sur chacun des côtés étant constante, si l'on fait cette somme égale à 100, les grandeurs de chacune des perpendiculaires peuvent être prises pour représenter

la proportion centésimale de chacun des corps contenus dans le mélange correspondant au point considéré. En



élevant par ce point une perpendiculaire au plan, dont la longueur soit proportionnelle à la température de fusion du même mélange, le lieu de ces points sera une surface représentative de l'ensemble du phénomène. Le mélange quaternaire que j'ai étudié peut être représenté de la même façon par des points pris à l'intérieur d'un carré.



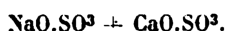
Dans ces cas encore, les surfaces de solubilité sont continues.

Un dernier cas intéressant à étudier est celui où l'un des corps du mélange est isomorphe avec une combinaison des deux corps. Le premier exemple de mélanges semblables a été obtenu par M. Roozboom avec le chlorhydrate d'ammoniaque qui se mêle isomorphiquement avec le chlorure double de fer et d'ammoniaque. J'ai rencontré plusieurs cas semblables dans l'étude de la fusibilité des mélanges de sel ; ceux que j'ai étudiés le plus complèment sont les mélanges de sulfates alcalins avec les autres sulfates métalliques.

En ajoutant au sulfate de soude des quantités croissantes de sulfate de chaux par exemple, le point de fusion du mélange s'élève d'abord, ce qui est en contradiction avec la loi générale d'abaissement des points de congélation et ferait penser à un mélange isomorphe. Mais cette élévation atteint bientôt un maximum pour le mélange formé de 1 molécule de sulfate de soude et 1/2 molécule de sulfate de chaux ; au delà le point de fusion commence à s'abaisser, et la courbe reprend une des formes normales précédemment décrites.

Avec le sulfate de magnésie, les premières proportions de ce sel ne produisent pas d'abaissement notable du point de fusion ; mais cette anomalie cesse bientôt, et, à partir d'une addition de un dixième de molécule de ce sel, la courbe reprend une allure normale. Les sulfates de baryte, de plomb, de cadmium, sont intermédiaires entre les deux précédents.

Je donne dans le tableau ci-dessous les résultats numériques relatifs aux sulfates de chaux et de magnésie. L'échelle des températures a été établie en attribuant 875° au point de fusion du sulfate de soude, et 445° au point d'ébullition du soufre.



$NaO.SO^3 + CaO.SO^3$.

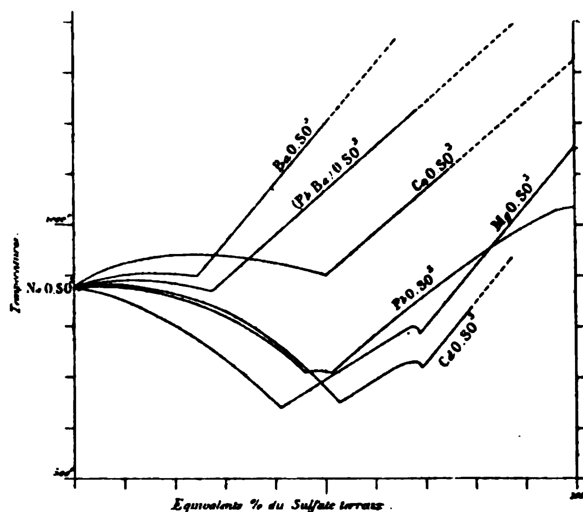
Concentration :	0	1	3	5	7,5	10	20	30	40	46	51	54	57	67	75	100
Température :	875	884	900	912	923	930	941	938	923	912	905	925	950	1.040	1.130	(1.350)



$NaO.SO^3 + MgO.SO^3$.

Concentration :	0	5	15	30	35	42	48	50	55	67	70	75	80	100
Température :	875	870	830	740	690	655	675	700	730	800	795	870	925	1.170

Le tableau graphique ci-dessous résume les résultats de mes expériences sur une série de mélanges semblables.



L'existence d'un mélange cristallisé à proportion variable du sulfate de soude avec les autres sulfates métalliques est bien certaine dans les exemples rapportés ici. On est averti de ce mode particulier de cristallisation, lorsque l'on suit la solidification de ces mélanges, par le caractère suivant. Contrairement à ce qui arrive en général dans des cas semblables la masse liquide, au moment du commence-

ment de la solidification, du dépôt des premiers cristaux, ne devient pas brusquement opaque. Elle reste transparente même après la solidification complète, comme le ferait un verre. Ce caractère suffit pour montrer que les cristaux formés sont tous de même nature et sont sensiblement isotropes. Pendant la suite du refroidissement cette transparence disparaît généralement, par suite de changements d'états, comme en éprouvent presque tous les corps par les changements de température. Cependant les mélanges avec le sulfate de chaux conservent leur transparence jusqu'à la température ordinaire, ce qui permet de les examiner au microscope polarisant. On reconnaît que le sulfate de soude pur et tous les mélanges dont la concentration en sulfate de chaux (nombre de molécules de sel dans 100 molécules de mélange) ne dépasse pas 33 p. 100 sont constitués par de grands cristaux, tous identiques entre eux et possédant une double réfraction très faible, d'autant plus faible que la proportion de sulfate de chaux est plus forte. Il en est de même pour les mélanges de sulfate de soude et de sulfate de plomb, aux concentrations inférieures à 10 p. 100, les seules qu'il ait été possible d'étudier à froid.

A partir d'une certaine concentration variable d'un sel à l'autre, les courbes reprennent une allure normale. On voit pour le sulfate de plomb une petite branche de courbe correspondant au sulfate double :



$$PbO.SO^3 + NaO.SO^3;$$

pour les sulfates de magnésium et de cadmium deux branches semblables très accentuées correspondant aux sulfates doubles :



$$2\,(MgO.SO^3) + NaO.SO^3 \quad \text{et} \quad 2\,(CdO.SO^3) + NaO.SO^3.$$

Enfin, la dernière branche montante correspond à la cristallisation du sulfate métallique ; on isole alors, par lavage à l'eau, des cristaux très nets de sulfate de chaux, sulfate

de baryte, sulfate de plomb, sulfate mêlé de plomb et baryte.

Allure générale de la solidification des mélanges. — La connaissance des courbes de fusibilité des mélanges permet de prévoir dans chaque cas les phénomènes qui se succéderont depuis le commencement jusqu'à la fin de la solidification d'un mélange. Soit, par exemple, le mélange de chlorure de potassium et de sodium dont la composition corresponde à $0^{\text{moléc.}},75$ de NaCl pour $0^{\text{moléc.}},25$ de KCl ; en traçant l'ordonnée correspondant à cette composition on constate qu'elle rencontre la courbe de dépôt de NaCl à la température de 720°; ce qui veut dire qu'en refroidissant le mélange fondu la solidification ne commencera à se produire qu'à la température de 720°, et que la matière se solidifiant à ce moment sera du chlorure de sodium. Cette solidification appauvrissant le liquide en chlorure de sodium, le mélange restant aura un point de solidification plus bas, et la solidification ne pourra continuer que si l'on abaisse davantage la température. On sait, en effet, que, en général, les mélanges, les dissolutions, les alliages n'ont pas, comme les composés définis, de point fixe de solidification. Quand il se sera déposé $0^{\text{moléc.}},5$ de NaCl, le mélange restant renfermera parties égales des deux chlorures, et son point de solidification sera 650°, point minimum de solidification des différents mélanges de ces deux sels. Ce point appartient à la fois à la courbe du chlorure de sodium et à celle du chlorure de potassium. C'est leur point d'intersection. A partir de ce moment, il se déposera à la fois les deux sels dans les proportions même où ils existent dans le mélange liquide, c'est-à-dire que la composition de ce dernier ne changera plus, et, par suite, pas davantage la température de solidification qui, à partir de ce moment, restera constante jusqu'à la fin de la solidification du mélange.

Si, au lieu de prendre deux corps qui ne se combinent pas, on envisage le mélange de deux corps donnant une combinaison telle que le mélange carbonate de potasse et carbonate de lithine, ou l'alliage cuivre-antimoine, les résultats seront encore semblables. Suivant la composition initiale du mélange refroidi, il commencera par se déposer soit l'un des deux corps isolés, soit la combinaison. Par le fait de ce dépôt, la composition de la partie liquide changera de façon à abaisser sa température de solidification et à la rapprocher d'un des deux minima qui encadrent la combinaison définie. Lorsque ce minimum sera atteint, la fin de la solidification s'achèvera à température constante.

Dans le cas de la solidification des mélanges isomorphes, il se passera encore quelque chose de semblable. Le mélange qui se solidifie n'a pas la composition de la partie liquide, sauf pour le point à température minimum, quand il y en a une. La différence de composition a lieu dans un sens tel que la masse liquide se rapproche du mélange à point de fusion minimum. Mais l'écart entre les compositions de la partie solide et de la partie liquide est souvent très faible, de sorte que la solidification complète s'achève avec une faible variation de la composition du liquide et sans atteindre le minimum. La solidification se fait alors à température presque constante ; elle s'achève dans un intervalle de température non pas rigoureusement nul, mais au moins très petit.

Mélanges eutectiques. — Les mélanges à point de fusion minimum, qui jouissent de la propriété de se solidifier entièrement à température fixe, comme les composés définis, ont depuis longtemps attiré l'attention. Ils avaient d'abord, en raison de cette propriété, été considérés comme des combinaisons définies ; ainsi les mélanges à point de fusion minimum de l'eau avec les sels : celui du chlorure de sodium

qui se solidifie à — 21°, celui du chlorure de calcium qui se solidifie à — 55°, avaient été considérés comme une classe définie d'hydrates que l'on appelait des cryohydrates. Mais c'est là une erreur qui est depuis longtemps reconnue ; ces mélanges, le cas de l'isomorphisme mis à part, sont de simples mélanges mécaniques dans lesquels les deux corps solides sont seulement juxtaposés. On les appelle généralement, sur la proposition d'un physicien anglais Guthrie, mélanges *eutectiques*.

Ces mélanges eutectiques, au point de vue chimique, ne diffèrent aucunement des mélanges ordinaires; leur constitution présente cependant quelques particularités intéressantes qui se manifestent immédiatement au simple aspect de leur cassure. Celle-ci est à grain très fin, parfois même conchoïdale, comme celle du verre. On n'y voit jamais les grandes facettes cristallines si fréquentes dans la cassure des alliages ou mélanges de sels renfermant un excès de l'un des constituants. Les cristaux, en effet, sont tellement fins qu'il est très difficile de les mettre en évidence, même avec les plus forts grossissements du microscope, en employant les procédés usuels de la pétrographie ou de la métallographie. Mais, en opérant sur des lames très minces de mélanges de sels fondus et les soumettant à l'action dissolvante de l'eau pendant qu'on les examine au microscope, on peut saisir cette structure sur le vif. Les cristaux ne sont pas des cristaux compacts, limités par des faces planes formant un polyèdre convexe, comme le sont, en général, les cristaux déposés dans des solutions aqueuses, mais des squelettes de cristaux, des cristallites, semblables aux fleurs de neige qui s'enchevêtrent ensemble dans tous les sens de façon à donner une masse d'une homogénéité apparente absolue.

Verres. — Les verres, comme cela est indiqué au début de cette étude, sont de véritables dissolutions ; toutes les

lois précédemment établies leur sont directement applicables ; la seule différence est qu'en raison de leur défaut de fluidité, la cristallisation, le retour à l'équilibre de saturation est très difficile, souvent même impossible. Dans le cas même où il est possible, il ne se fait qu'avec une extrême lenteur. La plupart, la totalité sans doute des verres devraient être entièrement cristallisés à la température ordinaire ; leur point minimum de cristallisation, celui qui correspond à l'alliage eutectique, doit, le plus souvent, se trouver, pour les verres usuels, au-dessus de 500°. Mais leur cristallisation ne commence à devenir pratiquement possible que lorsqu'ils sont assez chauds pour devenir pâteux; c'est, pour le verre blanc, au voisinage de 700° que cette cristallisation, connue sous le nom de dévitrification, se produit le plus facilement. Aux températures plus basses, la plus grande solidité du verre s'oppose à la cristallisation; aux températures plus élevées, se rapprochant de la vitrification complète, le phénomène se ralentit également parce que, de même que dans tous les cas analogues, le retour vers l'état d'équilibre se fait d'autant moins facilement que l'écart entre la température actuelle et celle d'équilibre est plus faible. Le point de vitrification complète et, par suite, celui de dévitrification rapide varient avec la composition des verres ; ils s'élèvent à mesure que l'on force la proportion des silicates peu fusibles de chaux et de magnésie ; c'est ainsi que le verre à bouteille se dévitrifie déjà assez rapidement à 1.000° pour en rendre le travail difficile.

Liquides non miscibles. — Les dissolutions présentent quelquefois une particularité importante à noter : elles peuvent se séparer en deux couches liquides qui se superposent sans pouvoir se mêler. On en connaît un grand nombre d'exemples dans lesquels l'eau est un des éléments de la dissolution : par exemple, ses mélanges avec les corps gras, le suif ou l'acide stéarique fondu, l'huile, le

sulfure de carbone, l'éther, la naphtaline fondue, l'essence ou l'huile de pétrole. L'alcool donne souvent lieu au même phénomène.

Au contraire, les mélanges entre eux des corps normaux de M. Ramsay ne donnent jamais lieu à un semblable phénomène. Dans tous les cas de séparation des liquides en deux couches, chacune des couches renferme à la fois les deux liquides, mais en proportions différentes. Ainsi avec le système eau-éther la couche inférieure renferme en poids pour 100 parties :

Eau... 91 Ether... 9

et la couche supérieure :

Eau... 2 Ether... 98.

Quand on change la proportion de deux corps en présence, on ne modifie pas la composition de chacune des deux couches superposées, on modifie seulement les proportions relatives dans lesquelles chacune d'elles se forment.

Le même phénomène s'observe dans le cas des alliages, mais d'une façon tout à fait exceptionnelle ; on n'en connait pas une dizaine d'exemples ; le plus connu d'entre eux est le cas de l'alliage zinc-plomb.

Dans les nombreux mélanges de sels fondus que j'ai étudiés, je n'ai rencontré aucun exemple de séparation semblable.

Dans les verres, ce phénomène m'a semblé ne se produire qu'avec les verres renfermant de l'acide borique, mais alors presque tous le manifestent. Ils le font pour des teneurs en acide borique variables suivant la composition du verre. On ne peut dépasser sans séparation d'une couche d'acide borique, souvent à peine chargée en borate

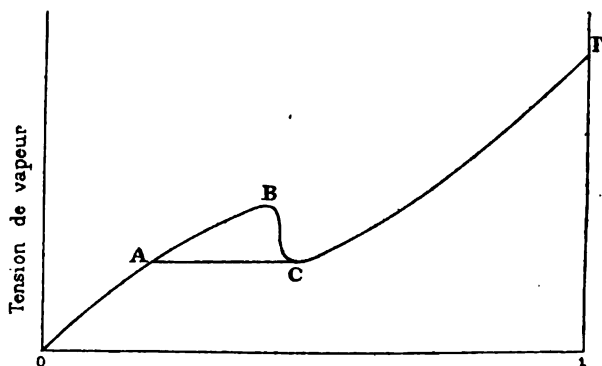
métallique, les compositions suivantes :

Borates de plomb........	3 BoO^3 + PbO
— chaux	3 BoO^3 + CaO
— magnésie......	0,75 BoO^3 + MgO
— zinc	0,66 BoO^3 + ZnO

Ce phénomène, bien connu des fabricants d'émaux, est une source de grandes difficultés. Tout verre, où il s'est séparé ainsi de l'acide borique à peu près libre, n'est propre à aucun usage, à cause de l'altération très rapide des parties ainsi séparées qui absorbent l'humidité atmosphérique en gonflant et s'éteignant comme la chaux.

Cette séparation des liquides en deux couches peut se rattacher aux tensions de vapeur des mélanges liquides, et de là, par une hypothèse assez simple, à la constitution attribuée par M. Ramsay aux liquides anormaux.

M. Linebarger a fait voir que pour les liquides normaux les tensions de vapeur des dissolutions varient d'une façon continue de 0 à la tension de vapeur saturée du liquide pur, quand sa concentration varie de 0 à 1. Il n'y a, dans ce cas, aucun motif pour que le liquide se sépare en deux couches. Mais l'on peut aussi supposer que dans certains cas la loi de variation des tensions de vapeur est plus complexe et présente un maximum suivi d'un minimum, comme le fait, par exemple, la courbe schématique suivante :

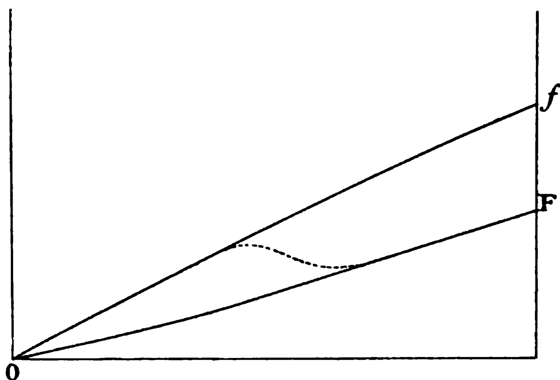


Il est facile de se rendre compte que, dans ce cas, tous les mélanges correspondant à la région ABC de la courbe seront instables et tendront à se diviser en deux mélanges distincts de composition A et de composition C. Cela résulte de ce que cette séparation amène un abaissement de la tension de vapeur du système et, par suite, une diminution de la puissance motrice accumulée dans le système ; elle peut donc se faire spontanément.

Il ne reste plus qu'à justifier cette hypothèse de maxima et de minima en montrant qu'elle cadre bien avec les idées que l'on se fait de la constitution des liquides anormaux. On admet que dans ces liquides il y a un mélange de deux états allotropiques du corps dont la proportion varie d'une façon continue avec la pression, la température, la dilution, etc.

Soit F et f la tension de vapeur, inconnue d'ailleurs, de ces deux états du corps.

Si à toutes les dilutions on avait exclusivement l'état à tension F, ou celui à tension f, on aurait une courbe de tension de vapeur se rapprochant de Of ou OF.



Si l'on admet que l'état du liquide change avec la dilution et parte, pour la dilution nulle, de l'état à ten-

sion f, pour arriver vers la dilution 1 à l'état à tension F, on aura une courbe suivant au début Of et à la fin OF ; suivant que le passage de l'une à l'autre se fera plus ou moins rapidement, on aura une montée rapide de la courbe, un point d'inflexion ou un maximum suivi d'un minimum.

On conçoit, d'ailleurs, que la forme de ces courbes doive changer avec la température, et que tel mélange qui ne se sépare pas dans certaines conditions le fasse dans d'autres. Ainsi l'aniline et l'eau se mêlent en toutes proportions à la température ordinaire, ils se séparent en deux couches un peu avant 100°. Certains verres contenant de l'acide borique, homogènes à température élevée, semblent se séparer en deux couches à des températures plus basses.

NOTE

SUR

L'INCENDIE DU PUITS HERMÉNÉGILDE

(SILÉSIE AUTRICHIENNE). — (14 Janvier 1896)

Par M. L. CHAMPY, Ingénieur des Mines.

Le 14 janvier 1896, un incendie qui a fait 27 victimes, dont 16 morts, a éclaté dans le puits Herménégilde des mines de houille de la « K. K. Kaiser Ferdinands-Nordbahn ». L'enquête en a attribué l'origine à une conduite électrique posée dans le puits. Nous nous proposons de résumer dans la présente note la description et la critique de cet accident, d'après le récent travail de M. le Bergrath J. Mayer (*Oesterr. Zeitschrift für Berg- und Hüttenwesen*). La cause spéciale à laquelle des hommes compétents ont attribué l'incendie, les difficultés du sauvetage, les mesures de précaution déjà usitées en Silésie Autrichienne contre les incendies souterrains, et celles que l'étude de faits nouveaux a déterminé M. le Bergrath Mayer à préconiser, sont autant de points qui présentent, croyons-nous, quelque intérêt.

Trois puits d'extraction, les puits Wilhelm, Jacob et Herménégilde, desservent la mine de houille de la « Kaiser Ferdinands-Nordbahn ». Les couches affectent la forme d'un fond de bateau; elles constituent deux faisceaux: le faisceau supérieur, où ne sont exploitées actuellement que les couches inférieures, Urania, Juno, Johann (cette dernière, épaisse de $3^m,80$), a été recoupé en ses points les plus bas par le puits Herménégilde, et, à

l'amont-pendage, par le puits Wilhelm ; le faisceau inférieur, composé des couches dites couches du mur, est plus particulièrement desservi par le puits Jacob (*fig.* 1 et 2, Pl. IV). Les trois puits d'extraction sont des puits d'entrée d'air, mais c'est le puits Herménégilde qui joue à cet égard le rôle le plus important. La sortie de l'air entré par ce puits se fait, partie par le goyau du puits Wilhelm, muni d'un ventilateur aspirant qui débite en moyenne 22 mètres cubes, partie par le deuxième puits Jacob, qui est pourvu de deux ventilateurs, dont un de réserve, et qui débite en moyenne 32 mètres cubes. L'air entré par le puits Wilhelm sort par le goyau de ce puits, et celui qui entre par le puits Jacob sort par le deuxième puits du siège Jacob. Ces divers courants se divisent plusieurs fois et sont, en quelques points, très voisins les uns des autres ; cette circonstance a facilité le sauvetage des ouvriers, le 14 janvier ; la plupart d'entre eux ont pu s'échapper du courant délétère du puits Herménégilde, et pénétrer dans les courants d'air pur des puits Wilhelm et Jacob. La mine est grisouteuse ; l'isolement des courants provenant de la division des courants principaux est assuré avec le plus grand soin, afin de localiser autant que possible dans un quartier les résultats d'un coup de grisou qui viendrait à s'y produire. L'aménagement par quartiers indépendants est, d'ailleurs, nécessaire dans la couche Johann, qui, en raison de sa puissance de $3^{m},80$ et de la méthode de foudroyage qui lui est appliquée, est particulièrement sujette aux incendies. Enfin, les trois puits d'extraction sont munis, au jour, de trappes de fer, qui permettent, en cas d'incendie du chevalement, d'isoler entièrement la mine.

Le siège double du puits Herménégilde comprend, outre le puits d'extraction, profond de 292 mètres, dont les recettes en service sont actuellement au 9ᵉ niveau (292 mètres, couche Johann) et au 8ᵉ (241 mètres,

couches du mur), un puits d'exhaure où fonctionnent les pompes qui font l'épuisement de toute la mine (3^{m3},5 à 5 mètres cubes par minute). Une pompe à vapeur est établie au 5ᵉ niveau (141 mètres) ; une autre pompe, au 9ᵉ étage, refoule les eaux qui n'ont pas été captées au 5ᵉ. Une pompe à balancier, installée au jour, sert de réserve. Les *fig.* 3, 4, 5 (Pl. IV) et les légendes qui y sont annexées indiquent les communications qui existent entre les deux puits au 5ᵉ et au 9ᵉ niveau pour le service et l'aérage des chambres de machines. Deux portes, dont l'une en fer, isolent du puits d'exhaure la recette du 8ᵉ niveau ; toutes les autres recettes, d'ailleurs inactives, sont isolées de même. Enfin, les galeries-réservoirs des divers niveaux sont fermées par des serrements en maçonnerie, munis de portes de fonte et traversés par les tuyaux d'amenée des eaux. Dans ces conditions, il ne circule normalement dans le puits d'exhaure que la faible quantité d'air destinée à l'aérage des chambres de machines du 5ᵉ et du 9ᵉ niveau. L'orifice du puits est fermé, un canal conduit l'air à une cheminée.

Le puits d'exhaure était boisé depuis le 9ᵉ niveau jusqu'au 7ᵉ ; il était divisé en trois compartiments, dont les cloisons formaient avec le boisage du puits, sur 100 mètres de hauteur, et les paliers du compartiment des échelles, une masse importante de combustible.

Sur la venue d'eau totale, une partie, environ 1 mètre cube par minute, provenant des 5ᵉ et 8ᵉ étages, actionnait dans la chambre des machines inférieure une turbine qui commandait une dynamo destinée à assurer l'éclairage électrique des deux chambres des machines et des recettes du 8ᵉ et du 9ᵉ niveau. La *fig.* 6 (Pl. IV) reproduit le schéma de la distribution. La différence de potentiel aux bornes de la machine atteignait, en marche normale, 90 volts. Vingt-trois lampes de 16 bougies étaient montées en dérivation sur le circuit. L'intensité

du courant total ne devait donc pas dépasser 20 à 25 ampères. Les lampes étaient réparties sur quatre dérivations aux recettes du 9e et du 8e niveau, ainsi qu'aux salles des machines du 5e et du 9e niveau. En marche normale, un courant de 7 à 8 ampères au plus devait passer dans le fil de cuivre de $2^{mm},5$ d'épaisseur qui s'élevait du 9e au 8e étage ; le courant se divisait entre la dérivation de la salle des machines du 5e étage, et celle de la recette du 8e, toutes deux pourvues de plombs fusibles nus, renfermés dans une boîte en chêne. Les conducteurs reliant le 9e au 8e étage étaient munis d'une enveloppe isolante bitumée recouverte d'une gaine de plomb, protégée elle-même par une enveloppe bitumée. Ceux qui reliaient le 8e étage au 5e, de 2 millimètres de diamètre, étaient seulement isolés à l'aide de caoutchouc recouvert d'une enveloppe bitumée. Ces conducteurs étaient protégés contre les chocs par des baguettes de bois, clouées à l'une des parois du puits. Dans ces conditions, la règle établissant entre le diamètre du fil et l'intensité normale du courant une relation telle que, pour une intensité double, la température ne dépasse pas de plus de 40° la température ambiante (20 à 25°) était largement satisfaite. La formule empirique

$$I_{\text{ampères}} = 4{,}37\delta^{\frac{3}{2}},$$

appliquée à l'un et à l'autre de ces conducteurs, correspond pour les conducteurs inférieurs à une intensité normale de $17^{a},4$, et pour les conducteurs supérieurs à une ntensité de $12^{a},4$. Ils étaient donc largement calculés. Aux recettes, les conducteurs étaient également renfermés dans des moulures en bois. Ceux des galeries étaient solés et, en outre, supportés par des isolateurs.

L'incendie paraît avoir été remarqué tout d'abord par trois réparationnaires, occupés alors dans le puits d'exhaure entre le 3e et le 4e niveau, et par le machiniste

du 5ᵉ niveau. La première déclaration de celui-ci doit être notée. D'après lui, vers dix heures et demie du matin, les lampes auraient subi des troubles qu'il avait attribués, sans plus s'en inquiéter, à un mauvais fonctionnement de la turbine installée au 9ᵉ niveau. Elles auraient varié d'éclat brusquement et à plusieurs reprises, puis se seraient éteintes. A onze heures et demie, la chambre des machines du 5ᵉ niveau était envahie par les fumées; le machiniste ouvrait la porte métallique à guichet P'_1 qui séparait la chambre des machines du puits d'exhaure; des fumées plus intenses l'empêchaient de refermer cette porte. Il se précipitait alors vers le puits d'extraction, oubliant, dans sa hâte, de refermer derrière lui la porte P'_2 (*fig.* 5, Pl. IV) qui séparait la chambre des machines du puits d'extraction. C'est ainsi que, malgré l'isolement presque complet des deux puits, les fumées issues du puits d'exhaure purent pénétrer en abondance dans le puits d'entrée d'air.

Il semble résulter de l'enquête, mais ce point ne nous paraît pas clairement établi, que les lampes électriques du 9ᵉ étage s'étaient également éteintes lorsque les fumées parvinrent à la recette et éteignirent les lampes de sûreté des rouleurs et des encageurs. Les fumées pénétrèrent dans la salle des machines du 9ᵉ étage par le puits d'entrée d'air. Le machiniste, un chef de poste et quelques ouvriers qui se trouvaient à la recette purent remonter par la cage, ainsi que le machiniste du 5ᵉ niveau. Les cadavres des deux encageurs du 8ᵉ niveau furent, dans la suite, trouvés dans la galerie qui reliait la recette au puits d'exhaure ; les portes isolant le puits d'exhaure étaient ouvertes. Ils avaient sans doute fui vers le puits d'exhaure en voyant arriver les fumées par le puits d'entrée d'air.

En même temps, suivant la consigne, le maître-mineur de la division Herménégilde, qui avait été averti du danger à peu de distance de la recette inférieure, courait

prévenir les ouvriers des divers quartiers et les engager à fuir dans les puits Wilhelm ou Jacob. Il ne put atteindre le quartier Nord de la couche Johann (lettre A de la *fig.* 1, Pl. IV), déjà envahi par les fumées, et dut, par une galerie neutre, se rendre dans le quartier Sud, où il arriva à temps pour diriger les ouvriers vers le puits Wilhelm. Sur 185 ouvriers occupés au puits Herménégilde, 136 se sauvèrent par les puits Wilhelm et Jacob, en même temps que les ouvriers de ces puits, au nombre de 480.

Les travaux de sauvetage furent, dès le début, fondés sur l'hypothèse, résultant des premières déclarations recueillies, d'un incendie survenu dans le puits d'exhaure au-dessous du 5e niveau. On prit tout d'abord le parti de sacrifier le puits d'exhaure et d'y activer le tirage dans l'espoir de faire sortir par ce puits toutes les fumées et de les empêcher de refluer dans le puits d'extraction. A cet effet, vers midi, des scaphandriers enlevèrent le couvercle qui, normalement, fermait le puits d'exhaure; on brisa toutes les fenêtres du bâtiment supérieur, et le tirage s'établit très intense. La presse locale n'en a pas moins accusé les ingénieurs d'avoir oublié l'urgence du danger couru par les ouvriers pour assurer uniquement la conservation de la mine. Cette mesure paraît avoir permis de sauver 3 ouvriers, car elle détermina un assainissement momentané du puits d'extraction, à la faveur duquel 3 hommes purent gagner la cage (midi et demie). Mais l'incendie ne tarda pas à redoubler d'activité et à dégager une quantité de fumées telle que le puits d'exhaure ne suffit plus à leur donner issue. La chaleur ne permettait pas, d'ailleurs, de fermer à l'aide de scaphandres la porte du 5e niveau par laquelle les fumées refluaient de nouveau dans le puits d'extraction et rendaient impossible la descente des sauveteurs. On se résolut à réduire l'entrée d'air, en fermant le puits d'extraction à l'aide des clapets qui sont, comme nous l'avons dit plus haut, installés sur tous

les puits d'entrée d'air. Un guichet fut, toutefois, laissé ouvert, afin de faciliter l'assainissement du puits d'extraction. En présence de tant de causes variables, il était singulièrement difficile de réaliser cette condition en limitant au minimum possible l'appel d'air vers le puits d'exhaure.

Après avoir réduit l'entrée d'air du puits Herménégilde, les sauveteurs essayèrent vainement de gagner la division Herménégilde en descendant par le puits Wilhelm et suivant le courant d'air frais entré par ce puits. Deux tentatives de ce genre échouèrent.

Vers une heure trois quarts, il sortait du puits Herménégilde un ouvrier, qui annonçait que ce puits était à peu près assaini. On put alors y descendre, gagner le 9e niveau, et relever les victimes, au nombre de 27, dont 11 furent rappelées à la vie. Le plus grand nombre étaient des mineurs du quartier Nord de la couche Johann ; ils n'avaient pu être prévenus, comme leurs camarades des autres quartiers, de l'origine de l'incendie, et s'étaient dirigés vers le puits Herménégilde, au plus fort des fumées. La consigne formelle de ne jamais chercher à traverser les fumées n'avait pu être observée par eux. Parmi ceux qui furent sauvés, plusieurs n'avaient pas fui immédiatement vers le puits Herménégilde et avaient, par conséquent, séjourné moins longtemps dans les fumées ; d'autres avaient pu se tenir à l'abri derrière des portes d'aérage, dans des zones neutres ; enfin, deux mineurs au rocher et un rouleur durent la vie à une conduite d'air comprimé contre laquelle ils purent respirer quelques minutes avant de se rendre vers le puits.

Au cours du sauvetage, on ferma la porte du 5e niveau dont l'ouverture avait causé le reflux des fumées vers le puits d'extraction, on ferma les portes du 8e niveau, et on lança dans le puits d'exhaure un courant d'eau abondant. En quelques heures l'incendie fut éteint.

Les constatations ont permis d'établir que l'incendie

s'était étendu sur une hauteur de 80 mètres, depuis 15 mètres au-dessous du 8e niveau, jusqu'à 10 mètres au-dessus du 7e.

La Commission d'enquête attribue la cause de cet incendie à un court-circuit, ou plutôt à la rupture de l'un des conducteurs et à la formation d'un arc continu qui a enflammé l'enveloppe bitumée, puis les baguettes de bois. Elle a écarté, à la suite d'expériences, l'hypothèse de l'inflammation de la caisse des plombs fusibles par l'un de ces plombs.

Après cet accident, une solution extrême fut adoptée : les installations électriques des autres mines de la Compagnie furent mises hors de service, jusqu'à ce qu'elles fussent complètement révisées et conformées à l'ordonnance belge du 15 mars 1895 sur l'emploi de l'électricité dans les mines. Peut-être en Silésie Autrichienne interdira-t-on formellement ces baguettes de bois et les remplacera-t-on par une enveloppe métallique rigide. Il est certain que ces moulures ne constituent contre les chocs qu'une protection assez précaire, et qu'elles peuvent jouer, en cas d'incendie, le rôle d'un cordeau. L'incendie de la raffinerie Halphen, en 1893, fut attribué à l'inflammation de moulures, à la suite d'un court-circuit.

Nous avons signalé cette cause de détail, parce qu'elle n'a pas encore été, croyons-nous, observée dans une mine française, et que l'accident du puits Herménégilde pourrait peut-être motiver une réglementation de la matière. Mais nous pensons que les conclusions plus générales, émises par M. le Bergrath Mayer au sujet des mesures propres à prévenir les suites des incendies, méritent d'être reproduites et soumises à la discussion. Nous avons rappelé les moyens employés en Silésie Autrichienne pour préserver la mine des incendies survenus au jour, tels que clapets pouvant fermer en peu de temps les puits d'entrée d'air, pompes au voisinage des chevale-

ments, etc. L'extension des chevalements en fer diminue l'intérêt de ces dispositifs.

M. le Bergrath Mayer va plus loin. Il voudrait isoler la mine des puits d'entrée d'air incendiés, à l'aide de portes métalliques maçonnées au voisinage des recettes, isoler même les quartiers les uns des autres à l'aide de portes analogues, que des ouvriers, appelés à raison de leurs fonctions à les visiter fréquemment, auraient pour mission de fermer en cas d'incendie. En divers points de la mine des galeries en cul-de-sac, pourvues de robinets d'air comprimé, hermétiquement closes, pourraient servir de refuge aux ouvriers contre l'invasion des fumées. Cette dernière mesure, rationnelle et, sous certaines conditions, pratique, prévoit le cas relativement probable où les ouvriers ne pourraient fuir assez vite les fumées d'un incendie survenu à l'amont du courant d'air, et le cas où, par suite de circonstances analogues à celles qui ont été décrites plus haut, deux puits d'aérage voisins viendraient à être contaminés simultanément. Le développement toujours croissant de l'emploi de l'air comprimé dans les mines permettrait les généralisations de refuges de ce genre. Nous rappellerons, d'ailleurs, que M. Marsaut, directeur de Bessèges, les emploie conramment pour le tirage à la poudre dans une mine à dégagements instantanés; ce sont là, il est vrai, des conditions un peu différentes de celles qui résulteraient de l'adoption de la mesure préconisée par M. le Bergrath Mayer, puisque, à Bessèges, les hommes se retirent dans le refuge avant l'allumage des coups de mine, c'est-à-dire avant de faire naître une cause éventuelle de danger. Les refuges contre les incendies de mine seraient, au contraire, d'un usage exceptionnel, subordonné à l'apparition du danger, et, partant, moins certain. Toutefois, il serait intéressant d'en voir faire l'essai par certaines mines particulièrement sujettes à des incendies spontanés.

SUR LE TASSEMENT DES ARGILES

AU SEIN DES EAUX

Par M. J. THOULET, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

Lorsqu'on agite de l'argile bien sèche dans de l'eau, cette argile se mélange au liquide, qu'elle rend laiteux. Dès que l'on cesse d'agiter et que l'on abandonne au repos, elle descend lentement, s'accumule sur le fond du vase et y forme une couche à surface horizontale dont la hauteur diminue jusqu'à une certaine limite qu'elle paraît ensuite ne pas dépasser. Elle semble donc acquérir un tassement limite.

Nous nous proposons d'étudier les conditions du phénomène en cherchant ainsi à éclairer le problème de géologie synthétique de la formation des couches sédimentaires argileuses au sein des eaux. C'est une suite au mémoire dans lequel ont déjà été observées expérimentalement les circonstances relatives à la chute même des précipités (*). Ce premier travail s'appliquait aux matières en train de descendre sur le fond; le travail actuel considère ces matières alors que chaque particule, entourée d'une certaine quantité de liquide, en quelque sorte serrée entre d'autres particules solides identiques, tend à prendre par des déplacements beaucoup plus lents un état d'équilibre stable sur le fond.

Il est inutile de rappeler ici que, dans les eaux abso-

(*) J. THOULET, *Expériences sur la sédimentation.* (*Comptes Rendus Acad. Sciences*, 27 oct. 1890, t. CXI, p. 659 et *Ann. des Mines*, janvier-février 1891.)

lument pures, l'argile reste indéfiniment en suspension. Pour que la chute s'effectue, il faut que l'eau contienne des traces de sels en solution (*). Ce cas est de beaucoup le plus général dans la nature, aussi bien pour les eaux océaniques salées que pour les eaux lacustres douces.

Si D représente la densité, P le poids, et V le volume de l'argile, on a $D = \frac{P}{V}$. Un poids déterminé de matière étant donné, on le met en suspension dans l'eau et on le laisse ensuite se déposer tranquillement. Aussitôt que sa surface supérieure se distingue nettement en une nappe horizontale de l'eau qui la surmonte, on note, à des intervalles de temps connus, la hauteur de cette nappe au-dessus du fond du récipient en verre cylindrique et calibré, qui la contient. Le volume V est par conséquent facile à évaluer à chaque instant. On en déduit pour D une série de valeurs augmentant elles-mêmes de plus en plus à mesure que l'expérience se prolonge, puisque, P restant constant, V diminue de plus en plus. Cette densité apparente sert donc, à chaque instant, de mesure au tassement.

Parmi ces densités ou plutôt ces divers états de la densité, deux sont particulièrement à considérer : celle en poussière sèche dans l'air, calculée après avoir tassé à refus, par une série de petits chocs, dans un récipient de volume connu, de l'argile pulvérisée et bien sèche et avoir alors pris son poids, et celle qui est obtenue en remplissant le récipient de la quantité d'eau maximum susceptible d'y pénétrer et de se loger entre les espaces laissés vides entre les particules d'argile, c'est-à-dire sans qu'il se produise aucune modification du niveau de la masse pulvérulente (**). Cette dernière valeur est celle de la den-

(*) Voy., à ce sujet, Th. Schloesing, *Leçons de chimie agricole*, professées à l'École d'application des manufactures de l'État.

(**) Voy. Thoulet, *Océanographie* (*Statique*), p. 133.

sité vraie. Nous avons donné des détails sur la méthode et indiqué le mode opératoire à employer pour effectuer les mesures.

Afin de nous rendre compte de la relation existant entre la dimension de grains sphériques uniformes et l'espace vide qu'ils laissent entre eux après avoir été amenés au maximum de tassement, nous avons exécuté une série d'expériences préliminaires. Nous avons ensuite institué trois autres séries d'expériences. Les premières ont pour but d'étudier le tassement de l'argile et l'influence exercée par la pression des couches supérieures du dépôt sur les couches inférieures; les secondes se proposent de découvrir les modifications apportées au phénomène par la nature différente des diverses argiles et l'influence des variations de largeur et d'épaisseur de la couche. Une dernière expérience cherche à reconnaître s'il y a identité entre les valeurs trouvées pour le tassement final d'une couche d'argile selon que ce tassement résulte de chocs ou qu'il s'est produit simplement par une compression régulière s'exerçant de haut en bas.

1. — Expériences préliminaires.

On a pris un flacon de verre ayant la forme d'un cône surmonté d'un cylindre et dont le bord rodé était rendu bien horizontal. Le flacon était complètement rempli de grains de plomb de chasse ayant une dimension uniforme. Pendant le remplissage exécuté par petites portions, on le faisait, à plusieurs reprises, tourner sur lui-même afin de ranger, aussi exactement que possible, les grains les uns contre les autres.

Le flacon avait été préalablement taré, cubé, et sa sur-

face avait été mesurée. Ces données étaient les suivantes :

Volume = $53^{cc},4$
Poids = $14^{gr},61$
Surface = $71^{cm3},95$

Après l'avoir rempli de plomb, tassé ainsi qu'il a été dit, on l'a pesé, on y a versé de l'eau contenue dans une burette graduée. Pour cette dernière opération, afin d'éviter la présence de bulles d'air, il est bon, surtout quand on opère avec des grains fins, de porter sous la cloche pneumatique avant d'achever le remplissage à l'eau. On note la quantité de liquide versé et l'on exécute une dernière pesée pour servir de vérification.

Afin de mesurer le volume et le diamètre des grains de plomb de chaque numéro, on en pesait un certain nombre; au moyen du poids trouvé, connaissant la densité 11,35 du plomb, on calculait le volume et ensuite le diamètre.

Les résultats des expériences sont inscrits dans le tableau suivant.

DIAMÈTRE du grain : mm.	POIDS du grain : mmg.	POIDS DU PLOMB contenu dans le flacon : mmg.	POIDS par cmc. : mmg.	NOMBRE de grains : au cmc.	VOLUME d'eau ajouté : cmc.	VOLUME massif du plomb cmc.	RAPPORT du vide au total	RAPPORT du vide au plein	TASSEMENT	OBSERVATIONS
4.44	520	379500	7106	13,7	20,00	33,40	0,374	0,599	7,106	
3,84	337	379800	7112	21,1	19,65	33,75	0,368	0,582	7,112	
3,41	236	383000	7172	30,4	19,45	33,95	0,364	0,573	7,172	
2,64	111	385500	7219	65,0	19,10	34,30	0,358	0,557	7,219	2 Expér.
2,35	77	387700	7260	94,3	19,05	34,35	0,357	0,554	7,260	2 Expér.
2.18	56	389750	7298	130,3	18,75	34,65	0,351	0,541	7,298	2 Expér.
1.67	28	386500	7237	258,4	18,60	34,80	0,348	0,534	7,237	3 Expér.
1.42	17	389750	7298	429,2	18,55	34,85	0,347	0,532	7,298	2 Expér.
1.12	8	375500	7031	879,0	18,13	35,27	0,339	0,514	7,031	3 Expér.

Les valeurs respectives du rapport du vide au volume total et du rapport du vide au volume plein décroissent avec le diamètre des grains et tendent évidemment l'une et l'autre vers zéro, puisque des grains solides d'un diamètre infiniment petit finiraient par se ranger de façon à

ne plus laisser entre èux aucun vide, et le volume total serait alors massif. A partir du diamètre de 1 millimètre environ, elles descendent très rapidement.

Le nombre des grains d'un diamètre donné contenu dans 1 centimètre cube, ainsi qu'on devait s'y attendre, croît extrêmement rapidement, à mesure que le diamètre des grains diminue.

Le tassement augmente ou, en d'autres termes, le volume total des interstices laissés vides diminue à mesure que la dimension des grains diminue elle-même. Mais, tandis que cette augmentation du tassement est d'abord assez lente et, pour des grains de diamètre compris entre $1^{mm},0$ et $4^{mm},5$, se tient aux environs de 7,2, lorsque les grains deviennent très petits, elle augmente rapidement, car, à la limite, pour des grains infiniment petits, le tassement deviendrait égal à 11,75, densité du plomb. Pratiquement et déjà même pour des grains de 1 millimètre, cette limite théorique est impossible à obtenir, du moins par simple arrangement des grains non secondé par une puissante compression mécanique. L'influence de la surface du vase est une autre cause d'inexactitude dans les valeurs trouvées; en effet, au contact de la paroi, les vides sont évidemment plus grands qu'ils ne le seraient contre une nappe de grains sphériques de même diamètre. Dans la nature, les grains sableux se calent et laissent entre eux des interstices plus vastes que s'ils s'appuyaient régulièrement les uns contre les autres, et comme, en outre, ils ne sont jamais sphériques, leurs aspérités se retenant mutuellement contribuent à augmenter encore le volume total des vides.

Nous nommerons hauteur de tassement τ, le rapport $\frac{D}{t}$, dans lequel D est la densité vraie et t le tassement. Pour les grains de plomb il varie avec la dimension des grains. En faisant, par exemple, $D = 11,75$ et $t = 7,106$,

on a : $\tau = 1,653$. En d'autres termes, une colonne de grains de plomb de $4^{mm},44$ de diamètre, tassés à refus, occupe une hauteur qui est 1,653 fois celle qu'elle occuperait si les grains étaient comprimés jusqu'à ce que la masse totale eût la densité du plomb.

II. — Tassement avec compression.

Un tube de verre bien droit, ayant un diamètre intérieur de 11 millimètres et une hauteur de 190 centimètres, a été suspendu verticalement, tandis que son extrémité inférieure, fermée par un bouchon à surface intérieure bien unie et horizontale, et parfaitement étanche, supportait un poids destiné à maintenir la verticalité. Une bande de papier divisée en millimètres, collée suivant une génératrice, fournissait des points de repère et le moyen d'effectuer un cubage soigneux du tube.

Dans ce but, on a versé dans le tube des volumes connus de mercure et noté les divers points d'affleurement. On a alors marqué sur un papier quadrillé les hauteurs en ordonnées, les volumes de mercure en abscisses, et réuni les différents points ainsi fixés par un trait continu qui a permis de connaître exactement le volume occupé entre le fond du tube et une division quelconque de l'échelle.

Le tube ayant été ensuite rempli d'eau ordinaire, on y a introduit 8 grammes de kaolin pur en poudre sèche, et, chaque jour, à la même heure, on a noté l'affleurement de la surface supérieure de la couche.

Quand le mouvement de descente, dont la rapidité diminuait chaque jour, est devenu insensible, on a introduit dans le tube un peu de charbon de bois en poudre fine, lavée d'abord à l'alcool, puis à l'eau, afin de lui permettre de se mouiller. Cette poudre est descendue et a recou-

vert le kaolin d'une couche noire très mince, facile à distinguer sur le blanc du kaolin.

Aussitôt que l'eau est devenue limpide, on a versé dans le tube une nouvelle dose de 8 grammes de kaolin dans les mêmes conditions que la première fois, et on a encore noté chaque jour le point d'affleurement de sa surface ainsi que celle de la première tranche de charbon considérée comme se confondant avec celle de la première couche de kaolin et sur laquelle le poids de la matière ajoutée n'a pas manqué de produire un affaissement.

Après cessation apparente du mouvement de descente, on a de nouveau ajouté de la poudre de charbon et successivement une troisième dose de 8 grammes de kaolin, du charbon, une quatrième dose de kaolin et, enfin, une dernière couche, un peu plus épaisse, de charbon.

Chaque jour on notait au dixième de millimètre l'affleurement des diverses tranches noires.

Après cessation apparente de tout mouvement de descente, on a fait tomber avec précaution sur le dernier charbon deux rondelles de papier, du coton hydrophile coupé avec des ciseaux en fragments aussi fins que possible et formant tampon; enfin, par dessus, deux rondelles en papier.

L'opération terminée, on a pu verser dans le tube, sans crainte de les voir pénétrer dans la masse argileuse, des grains de cendrée de plomb ayant un poids de 100 grammes et l'on a continué à observer les affaissements produits sur les masses noires.

Un peu plus tard, on a encore ajouté une nouvelle quantité de 200 grammes de cendrée et ensuite une troisième quantité de 200 grammes. Le poids total du plomb était donc de 500 grammes.

L'opération a duré en tout cent jours.

Les résultats ont été reportés sur un graphique en prenant pour abscisses les jours, et pour ordonnées les hau-

teurs des quatre couches de kaolin. Les quatre courbes se sont ainsi superposées et ont montré la continuité des phénomènes d'affaissement sur chaque couche. Chacune d'elles avait à peu près la forme d'une branche d'hyperbole ayant pour asymptotes une parallèle à l'axe vertical et une parallèle à l'axe horizontal. Toutes les fois qu'une surcharge était ajoutée, représentée tantôt par une nouvelle couche de 8 grammes de kaolin, tantôt par du plomb, un ressaut se manifestait sur les courbes, d'autant plus immédiat et plus accentué que la couche était plus voisine de la surcharge, c'est-à-dire située plus haut dans le tube.

La densité vraie du kaolin a été prise et trouvée égale à 2,604 ; son tassement maximum à sec dans l'air est de 0,989 ; le rapport entre la densité et le tassement maximum dans l'air, c'est-à-dire ce que nous avons nommé hauteur de tassement τ, étant $\frac{2,604}{0,989} = 2,633$. Il en résulte que, tassée à refus, par chocs, une masse de kaolin pulvérulent, sec, occuperait dans l'air une hauteur égale à 2,633 fois celle qu'elle aurait si on la comprimait assez pour la forcer à posséder un tassement égal à sa densité réelle.

On a évalué le tassement produit sur la couche la plus inférieure de kaolin pour chacune des surcharges ajoutées. Dans ce but, on a cubé, au moyen du graphique relatif au calibrage du tube, le volume correspondant à chaque ressaut de la courbe ; on a alors contrôlé l'indication obtenue par l'examen et la comparaison des mêmes données déduites du ressaut de même ordre que celui considéré sur la couche immédiatement supérieure. Ainsi la couche la plus inférieure livrée à elle-même, c'est-à-dire ayant une surcharge nulle, a cessé son mouvement de descente lorsque son volume a été de $12^{cc},30$. Dans ces conditions, son tassement, ou densité apparente, était de $\frac{8}{12,30} = 0,650$

et le rapport $\frac{2,605}{0,650} = 4,006$, montre qu'une couche de 8 grammes de kaolin a cessé son mouvement d'affaissement aussitôt que sa hauteur, atteignant 15[cc],55 dans le tube, est devenue 4,006 fois celle qu'elle occuperait comprimée jusqu'à ne plus présenter aucun espace vide entre ses grains et, dans ce cas, possédant pour densité sa densité vraie, c'est-à-dire 2,604.

Les affaissements produits sur la couche, par les surcharges successives de 8, 16, 24, 124, ..., grammes sont indiqués de la même façon sur le tableau suivant.

CHARGE g.	$\frac{P}{V}$	TASSEMENT $= \frac{P}{V}$	HAUTEUR cm.
0	8/12,30	0,650	4,006
8	8/11,80	0,678	3,841
16	8/11,70	0,683	3,812
24	8/11,70	0,683	3,812
124	8/11,57	0,691	3,768
324	8/11,45	0,699	3,725
524	8/11,35	0,705	3,693

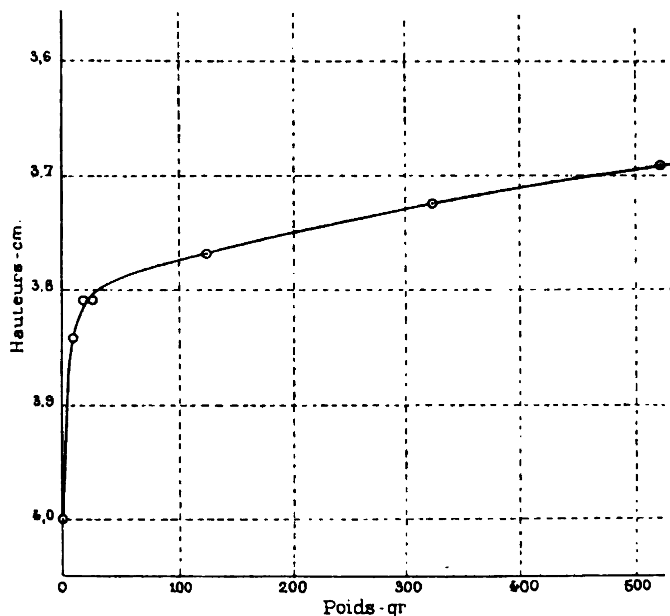
Ce tableau a été figuré graphiquement ci-contre en prenant pour ordonnées les hauteurs, et pour abscisses les charges.

Les résultats de cet ensemble de mesures et des observations faites pendant le cours de l'expérience sont les suivants :

1° L'apparition d'une nappe horizontale bien distincte au sein d'une eau uniformément chargée d'argile a lieu après un temps très court, quelques heures à peine.

Cette observation réfute l'opinion qui avait été émise, que les sédiments tombant de la surface et s'accumulant sur le fond des océans, formaient à partir du fond une sorte d'atmosphère vaseuse se raréfiant de plus en plus et par degrés insensibles en particules solides à mesure qu'elle se rapprochait de la surface. En réalité, la couche de sédiments est parfaitement distincte et limitée par

une nappe horizontale la séparant nettement des eaux limpides sus-jacentes.



2° Après sept à huit jours, le tassement s'opère avec une lenteur extrême pour une épaisseur de kaolin égale à 15 centimètres environ ; il est alors égal à 0,650, et la couche possède un volume égal à 4 fois celui qu'elle aurait à son maximum de compression, ou, en d'autres termes une hauteur 4 fois plus grande que celle qu'elle aurait dans ce cas.

3° Les effets des additions de charge se font sentir sur les couches inférieures avec un certain retard d'autant plus considérable que l'épaisseur de la couche d'argile est elle-même plus grande.

4° Le tassement des couches depuis leur fond jusqu'à leur surface a lieu en progression décroissante. Le taux

en peut être évalué par la courbe ; il est très lent. Tant qu'une couche d'argile demeure au sein des eaux, quel que soit le poids des couches solides qui la recouvrent, sa hauteur reste toujours environ trois fois plus grande qu'elle ne le devient lorsque des phénomènes d'ordre géologique l'amènent hors des eaux et l'obligent à prendre sa densité vraie. Il se produit donc, par l'assèchement consécutif à l'exondement, un retrait qui occasionne forcément des ruptures aux couches rigides sus-jacentes. Ce phénomène doit se manifester fréquemment dans les couches de calcaire superposées à des couches d'argile. Les observations océanographiques montrent que le cas est fréquent au fond des mers où des coraux se développent en masses considérables par dessus des vases. Il convient de tenir un compte sérieux de cette remarque en stratigraphie et de ne point se laisser entraîner à attribuer à tort ces dislocations à des mouvements orogéniques du sol.

III. — Influence exercée par les dimensions de la couche argileuse.

On a pris neuf tubes cylindriques en verre, aussi réguliers que possible ; ils ont été soigneusement fermés avec un bouchon à surface bien horizontale ; une graduation en millimètres a été appliquée le long d'une génératrice ; enfin, ils ont été remplis d'eau et suspendus verticalement. Leurs bases avaient été choisies à dessein de surfaces très différentes, quoique, pour certains d'entre ces tubes, les bases fussent égales.

On a versé dans chacun d'eux des quantités différentes d'argile de Vanves dont la densité vraie (2,627) dans l'eau et le tassement en poudre sèche dans l'air (1,196) avaient été préalablement mesurés. Deux fois par jour, pendant neuf mois, on a tassé le dépôt en frappant ver-

ticalement les tubes à petits coups contre une surface résistante.

Après cessation de tout mouvement de descente, les hauteurs ont été mesurées, et, l'argile étant vidée et pesée, pour servir de vérification, on a cubé le volume occupé par celle-ci dans chaque tube.

Les résultats sont inscrits dans le tableau suivant.

N° DU TUBE	RAYON CALCULÉ mm.	HAUTEUR de la couche cmc.	VOLUME de la couche cmc.	POIDS de l'argile g.	TASSEMENT $\frac{P}{V} = t$	HAUTEUR de tassement $\tau = \frac{2,627}{t}$	BASE πR^2 mmq.
1	12,77	85,1	43,60	17,18	0,394	6,67	512,4
2	9,87	60,1	18.40	7.40	0,402	6,53	306,1
3	8.74	84,7	20,35	7,98	0.392	6,70	240,0
4	6,02	92,3	10,50	4,04	0.385	6,82	113,9
5	4,12	103,5	5,52	2.09	0.378	6,95	53,3
6	6,60	44.6	6.10	2,46	0,404	6,50	136,9
7	7.10	103,5	16,41	6.19	0,377	6,97	158,4
8	6.09	177,0	20,65	7,72	0.374	7,02	116,5
9	6,30	174,4	21,75	8,09	0.372	7,06	124,7

Le tassement moyen = 0,386.

La hauteur de tassement moyenne :

$$\tau = \frac{2,627}{t} = 6,80.$$

L'examen du tableau conduit aux conclusions suivantes :

1° Le tassement par chocs est d'autant plus grand que la hauteur de la couche est moindre.

N°s DES TUBES	HAUTEUR	TASSEMENT	N°s DES TUBES	HAUTEUR	TASSEMENT
8	177,0	0.374	1	85,1	0,394
9	174,4	0,372	3	84,7	0,392
5	103,5	0,378	2	60,1	0,402
7	103,5	0,377	6	44,6	0,404
4	92,3	0,385			

Les tubes étant rangés par ordre de hauteurs décroissantes, on voit que les tassements correspondants augmentent de plus en plus.

Ce résultat est d'accord avec le fait, déjà constaté, du tassement en progression décroissante, de la base à la surface, d'une couche d'argile, lorsque ce tassement a lieu par compression.

2° Le tassement est indépendant de la dimension de la surface de base de la couche.

IV. — Mode de tassement.

Dans un tube préparé comme il a été dit, on a versé un poids connu de kaolin et, pendant neuf mois, on a chaque jour tassé par chocs jusqu'à cessation de tout mouvement de descente ; on a alors mesuré la hauteur de la couche.

Rayon du tube................	$8^{mm},60$
Hauteur de la couche	$85^{mm},30$
Volume de la couche..........	$19^{cc},84$
Poids du kaolin................	$25^{gr},00$
Tassement $= \frac{P}{V} = t$	1,260
$\tau = \frac{D}{t} = \frac{2,604}{1,260}$	2,066.

Or, le tassement par simple compression avait été de 0,705.

En réalité, on avait employé 8 autres tubes : chez tous, le tassement s'est montré d'environ 0,740, c'est-à-dire beaucoup moindre. Mais les résultats fournis par eux ont été négligés. En effet, on a remarqué que le choc soulevait dans l'eau des tubes, au-dessus du kaolin, un nuage blanc qui retombait ensuite par le repos et réapparaissait avec de nouveaux chocs sans qu'on pût parvenir à tasser d'une

manière satisfaisante la portion supérieure de la couche. Cet inconvénient, qui n'existe pas pour l'argile liante de Vanves et qui, pour le kaolin, argile maigre, fausse l'évaluation des tassements, est d'autant plus considérable que la couche de kaolin est moins épaisse, et rien ne permet d'y remédier. Nous avons donc choisi, pour notre évaluation, le tube ayant le plus grand rayon de base et contenant la couche la plus épaisse.

La comparaison du résultat obtenu avec celui donné par l'expérience I autorise à conclure :

Pour une même espèce d'argile, le tassement par chocs l'emporte de beaucoup sur le tassement par compression. Avec le kaolin, le rapport entre les deux $\frac{1,260}{0,705} = 1,8$. Il est presque le double, dans les conditions des expériences.

Pour des variétés différentes d'argile, il est très variable et peut-être caractéristique de chaque variété. Il semble être d'autant plus considérable que l'argile est moins liante. Au point de vue géologique, il en résulterait que la contraction par assèchement et, par suite, l'affaissement consécutif des couches rocheuses sus-jacentes, serait d'autant plus grande que l'argile est plus grasse.

ABAQUE

DES

CONSOMMATIONS THÉORIQUES

D'UNE MACHINE A VAPEUR

ET NOUVELLE LOI RELATIVE A LA VAPEUR D'EAU

Par M. RATEAU, Ingénieur au Corps des Mines.

Pour calculer rapidement le rendement d'une machine à vapeur — turbine ou machine à piston — j'ai construit un abaque qu'il me paraît intéressant de publier, non seulement en vue des personnes qui ont des calculs semblables à effectuer, mais aussi parce que le tracé de cet abaque m'a fait découvrir une nouvelle loi fort remarquable à laquelle satisfait la vapeur d'eau, et de laquelle résulte une formule simple donnant, avec beaucoup d'exactitude, la consommation théorique en fonction des pressions initiale et finale de la vapeur.

On sait que l'énergie N, qu'il est possible de retirer d'un kilogramme de vapeur, fonctionnant dans une machine parfaite, entre la pression absolue d'amont P et la pression d'aval p, avec détente adiabatique complète poussée jusqu'à la pression p, est donnée, en kilogrammètres, par la formule :

$$(1) \qquad N = E\left[r\,\frac{T_1 - T_2}{T_1} + \int_{T_2}^{T_1} C\,\frac{T - T_2}{T}\,dT\right],$$

dans laquelle les lettres ont la signification suivante :

E = 425, équivalent mécanique de la calorie ;

T_1, température absolue correspondant à la pression P ;

T_2, température absolue correspondant à la pression p ;

C, chaleur spécifique du liquide à la température T ;
r, chaleur de vaporisation du liquide à la température T_1.

Cette formule suppose que le liquide est introduit dans la chaudière à la température T_2, qui est celle à laquelle la vapeur se condense sous la pression p, et que la vapeur arrive à la machine exactement saturée et sèche.

Pour la vapeur d'eau, les résultats des expériences de Regnault donnent tout ce qu'il faut connaître au sujet de T, r et C, depuis la pression de $28^{kg},5$ par centimètre carré jusqu'à $0^{kg},01$ par centimètre carré. Mais le calcul de N est très pénible, si on veut le faire exactement, à cause de la variation de C avec la température. On le simplifie beaucoup, en écrivant la formule (1) de la manière suivante :

$$N = E\Theta\left[\frac{r}{T_1} + \frac{\Theta}{2T_1 - \Theta + \varepsilon}\right], \tag{2}$$

où Θ désigne la différence des températures T_1 et T_2, entre lesquelles fonctionne la machine, et où ε est une quantité, tantôt positive, tantôt négative, dépendant de T_1 et de T_2.

Dans une première approximation on néglige ε ; l'erreur ainsi commise ne dépasse généralement pas 2 à 3 millièmes.

Bien qu'une si petite erreur soit pratiquement insensible, je l'ai corrigée dans mes calculs à l'aide d'un développement en série dont il est inutile de donner le détail.

Si maintenant l'on remarque que 1 cheval-heure donne 270.000 kilogrammètres, on voit que la consommation théorique K, en kilogrammes par cheval-heure, pour une machine parfaite fonctionnant entre les pressions P et p, c'est-à-dire entre les températures T_1 et $T_1 - \Theta$, est donnée par la relation :

$$K\Theta\left[\frac{r}{T_1} + \frac{\Theta}{2T_1 - \Theta + \varepsilon}\right] = 635,3, \tag{3}$$

où ε, tantôt positif, tantôt négatif, suivant la grandeur de Θ,

est généralement négligeable en pratique, sauf pour des valeurs de Θ dépassant 100°.

C'est en partant de cette formule, et en m'appuyant sur les résultats expérimentaux de Regnault, que j'ai obtenu les chiffres de consommation qui m'ont servi à construire l'abaque (*).

Je l'avais d'abord fait en portant P et p sur deux axes rectangulaires ; les points d'égales consommations, K constant, dessinaient des sortes de paraboles. J'ai eu alors l'idée de refaire cet abaque en coordonnées logarithmiques, log p en abscisse, et log P en ordonnée, et j'ai eu la grande surprise de voir les points d'égales consommations se ranger parfaitement bien sur des lignes droites. L'abaque est reproduit Pl. V (**).

Les écarts sont de l'ordre du millième ; ils paraissent dus aux erreurs de dessin, ou aux erreurs de calcul, peut-être aussi aux petites erreurs des tables tirées des résultats expérimentaux de Regnault.

Cette loi se vérifie entre $0^k,5$ et 25 kilogrammes pour P, d'une part, et entre $0^k,03$ et 3 kilogrammes pour p, d'autre part, c'est-à-dire dans des limites extrêmement étendues.

Les lignes correspondant aux valeurs 5, 6, 7, 8, 9 pour K ont été déterminées avec beaucoup de soin. Pour les autres, les écarts semblaient plus importants ; mais, en refaisant les calculs avec toute l'exactitude possible, et tenant compte de la correction ε, la loi de la ligne droite s'est affirmée.

Cette loi me paraît tout à fait digne d'être remarquée. Elle est bien nettement accusée, puisqu'il suffirait d'augmenter ou de diminuer certaines valeurs de Θ de moins de 1 p. 100, pour qu'elle ne soit pas satisfaite.

(*) Je suis heureux de remercier ici M. J. Rey, ingénieur en chef des ateliers Sautter, Harlé et Cie, qui a bien voulu faire ces calculs avec moi.

(**) Cette planche renferme deux abaques différents superposés. Voir la note sur l'emploi de ces abaques, p. 248.

J'ai constaté aussi que toutes les droites K, d'égale consommation, convergent vers un même point. On le voit en transformant l'abaque logarithmique en abaque par points isoplèthes, suivant la méthode de M. d'Ocagne. Aux trois groupes de droite P, p et K, correspondent trois groupes de points dans cet ingénieux système. L'abaque obtenu est donné Pl. V. Sur les deux droites parallèles AB et CD sont portées des divisions logarithmiques égales, mais de sens inverse, log P pour l'une et log p pour l'autre, à partir d'origines arbitrairement prises. De ce que sur le premier abaque les points d'égales consommations sont en ligne droite, il en résulte que, si l'on joint par des lignes droites les points des deux échelles AB et CD qui correspondent à des valeurs de P et de p donnant la même consommation, toutes ces droites vont passer par un même point, qui est le corrélatif de la droite K du premier système.

En général, ces points dessinent une courbe; ici, il est curieux qu'ils s'alignent parfaitement sur une droite, ce qui prouve que les droites K du premier abaque vont passer par un même point, dont les coordonnées sont d'ailleurs approximativement égales à

$$P = p = 30.000.000 \text{ kilogrammes.}$$

Il y a plus encore : la loi de répartition des divisions de la droite EF, qui correspondent aux diverses valeurs que peut prendre le chiffre de consommation K, est très simple. Si, en effet, à ces points de division, on élève sur EF des ordonnées proportionnelles à la valeur de K correspondante, on observe sans peine que la courbe qui réunit les extrémités de ces ordonnées est une hyperbole équilatère. L'une des asymptotes de cette hyperbole est évidemment la perpendiculaire à EF, menée au point E, milieu des droites qui réunissent les points marqués du même chiffre sur les échelles P et p, car ce point cor-

respond à la consommation infinie. Quant à l'autre asymptote, celle qui est parallèle à EF, elle se trouve à une distance approximativement égale à 0,40, exprimée en mêmes unités que K. Par conséquent, les distances des divisions de la droite EF au point E sont inversement proportionnelles à K — 0,40.

Ces trois remarques successives permettent de mettre l'abaque en formule.

D'abord, de ce que, sur le premier abaque, les points K sont en ligne droite, on déduit que les pressions P et p corrélatives, qui donnent la même consommation K, sont liées entre elles par une relation de la forme :

$$a.p = P^b. \tag{4}$$

Voici un tableau donnant les valeurs du coefficient a et de l'exposant b pour les principales valeurs de K.

K......	3,5	4	5	6	7	8	9	10	15	20
a......	423	160,7	47,7	22,3	13,46	9,320	7,09	5,74	3,10	2,304
b......	1,347	1,293	1,222	1,1785	1,1495	1,1285	1,1128	1,1005	1,0650	1,048

Des deux autres remarques on déduit ensuite la forme de a et b en fonction de K. On trouve facilement d'après le dessin :

$$\log a = \frac{6,95}{K - 0,85} \quad \text{(log. vulgaire)} \tag{5}$$

$$b = 1 + \frac{0,92}{K - 0,85}$$

En combinant maintenant ces trois dernières formules, on obtient :

$$K = 0,85 + \frac{6,95 - 0,92 \log P}{\log P - \log p}. \tag{6}$$

Ainsi, finalement, K s'exprime très simplement en fonction des pressions P et p.

Cette formule remarquable paraît être plus qu'une formule empirique, car elle s'accorde avec les résultats tirés des tables de Regnault dans une très grande étendue, bien que les coefficients qu'elle renferme, déterminés par voie graphique, ne soient probablement pas les meilleurs qu'on puisse choisir.

On peut en juger par les quelques exemples renfermés dans les tableaux ci-après.

PRESSIONS EN KIL. PAR CM²		K CALCULÉ		DIFFÉRENCE en milliêmes	PRESSIONS EN KIL. PAR CM²		K CALCULÉ		DIFFÉRENCE en milliêmes
P	p	par les tables	par la formule		P	p	par les tables	par la formule	
0,10	0,01	8,752	8,720	— 3,6	10,00	0,123	4,000	4,007	+ 1,7
0,10	0,02	12,141	12,110	— 2,5	10,00	0,356	5,000	5,013	+ 2,6
0,50	0,02	6,045	6,020	— 4,1	10,00	0,677	6,000	6,007	+ 1,1
1,00	0,044	6,000	5,974	— 4,3	10,00	1,050	7,000	7,011	+ 1,6
1,00	0,074	7,000	6,997	— 0,4	10,00	1,440	8,000	8,015	+ 1,7
1,00	0,107	8,000	8,011	+ 1,4	10,00	1,830	9,000	9,026	+ 2,9
1,00	0,1403	9,000	8,999	— 0,1	10,00	2,200	10,000	10,020	+ 2,0
1,00	0,1745	10,000	10,018	+ 1,8	25,00	1,00	4,915	4,902	— 2,6
1,00	0,3228	15,000	15,00	0	25,00	5,00	8,993	8,953	— 4,5
1,00	0,4356	20,000	20,11	+ 5,5	25,00	15,00	25,80	26,38	+ 22,5
10,00	0,0521	3,500	3,491	— 2,5	28,50	0,01	2,470	2,512	+ 17,0

Par ces quelques exemples, on voit que les différences entre le calcul direct et le calcul par la formule (6) n'atteint pas 3 millièmes, en valeur relative, pour les cas qui rentrent dans le cadre de l'abaque, c'est-à-dire pour P compris entre 1 et 25 kilogrammes, p compris entre 0,05 et 3 kilogrammes, et K compris entre 3,5 et 15 kilogrammes. Presque tous les cas que l'on rencontre dans la pratique sont renfermés dans ces limites.

Dans les autres exemples, la différence est encore faible, même pour les deux derniers qui sont fortement extrapolés. On pourrait sans doute faire mieux encore concorder la formule avec le calcul direct, en déterminant ses coefficients numériques par la méthode des moindres carrés, ou à l'aide d'un dessin, exécuté à grande

échelle, comprenant toutes les pressions des tables de Regnault de $0^{kg},1$ à $28^{kg},5$. Je pense que la loi de la ligne droite resterait vraie à très peu de chose près dans cette énorme étendue.

Continuerait-elle de subsister beaucoup au delà ? Ce n'est pas vraisemblable. Je crois que les lignes d'égale consommation du premier abaque se déformeraient en approchant de la « pression critique » de la vapeur d'eau : 200 kilogrammes par centimètre carré. Les expériences de MM. Cailletet et Mathias (*), sur l'acide carbonique et le protoxyde d'azote, prouvent que la chaleur de vaporisation s'annule au point critique, conformément à la formule de Clapeyron, et que sa dérivée par rapport à la température y devient infinie ; on en déduit aisément que, si cela est vrai aussi pour la vapeur d'eau, les lignes d'égale consommation doivent s'incurver près de la pression critique en se raccordant tangentiellement avec la droite parallèle à l'axe des log p, correspondant à la pression P au point critique.

Il serait intéressant de rechercher si les autres vapeurs donneraient lieu à des abaques et à des constatations analogues : c'est bien probable ; mais les déterminations expérimentales relatives à leur chaleur de formation ne sont sans doute pas encore assez nombreuses, ni assez précises pour pousser la vérification aussi complètement que pour l'eau.

Observons, en terminant, que les abaques se sont offerts à nous comme un instrument de recherches très précieux, puisqu'ils nous ont permis de découvrir une loi et une formule curieuses, absolument inattendues *a priori*.

Emploi des abaques. — Sur la Pl. V sont tracés les deux abaques. Pour le premier, il faut faire abstraction

(*) Cailletet et Mathias, *Journal de Physique*, 1886. — E. Mathias, *Annales de Chimie et de Physique*, 1890.

des trois échelles linéaires AB, CD et EF qui constituent le deuxième abaque. La consommation K qui correspond à un groupe de valeurs de P et de p se trouve en voyant comment est placé par rapport aux lignes obliques cotées, lignes d'égales consommations, le point dont l'abscisse est p sur l'échelle inférieure, et dont l'ordonnée est P sur les échelles latérales. Par interpolation graphique, soit à vue, soit mieux à l'aide d'un décimètre, on estime facilement K à quelques unités près sur la deuxième décimale, ce qui fait une approximation de moins de 1 centième, plus que suffisante pour les besoins de la pratique.

Ainsi on trouve, pour $P = 5^{kg},4$ et $p = 1^{kg},1$ (absolus), que le point qui donne K tombe entre les lignes cotées 9 et 10, et tout près de cette dernière, la consommation K correspondante est voisine de $9^{kg},9$.

Dans le deuxième abaque, les points P, p et K, des trois échelles, qui se correspondent, sont en ligne droite. Par conséquent, pour trouver K, il faut tirer une ligne droite, avec le bord d'une règle, ou avec un fil tendu, joignant le point de l'échelle AB, à gauche, qui marque la pression P, à celui de l'échelle CD, à droite, qui marque p. Cette ligne droite coupe l'échelle oblique EF au point dont la cote, estimée à vue, donne K. Il faut, bien entendu, avoir soin, pour ce tracé, de tenir la feuille du dessin bien plane.

Les deux abaques permettent encore de trouver la vitesse d'écoulement v de la vapeur, laquelle vitesse est liée à la consommation K par la relation :

$$\frac{Kv^2}{2g} = 270.000.$$

Les lignes ou points d'égales consommations sont donc aussi des lignes d'égale vitesse d'écoulement.

EXPÉRIENCES
SUR LES
LAMPES DE SURETÉ A RALLUMEUR
SYSTÈME E. GUICHOT.

RAPPORT PRÉSENTÉ A LA COMMISSION DU GRISOU

Par M. CHESNEAU, Ingénieur des Mines,
Secrétaire de la Commission.

M. E. Guichot, ingénieur, 26, rue de Châteaudun, à Paris, a présenté à la Commission du grisou des lampes de sûreté à rallumeur de son système qui ont été soumises, conformément aux instructions de M. le ministre des travaux publics, aux expériences nécessaires pour se rendre compte de leur degré de sécurité.

Ces expériences ont été faites dans le laboratoire de la Commission du grisou, établi dans les dépendances de l'École des Mines à Paris, au moyen des deux appareils qui ont été décrits dans les *Annales des Mines* (*), et qui permettent d'examiner, pendant un temps aussi long qu'on le désire, les phénomènes que produit une lampe de sûreté placée soit dans un mélange d'air et de formène ou de gaz d'éclairage au repos, soit dans un mélange d'air et de gaz d'éclairage animé d'une grande vitesse.

(*) *Expériences sur les lampes de sûreté.* Rapport présenté à la Commission du grisou au nom de la sous-commission chargée des recherches expérimentales (*Ann. des Mines*, 9e série, tome I, pp. 47 et suivantes; 1892).

Les lampes à rallumeur présentées par M. E. Guichot sont de deux systèmes : une lampe à huile (lampe Boty ordinaire) munie d'un rallumeur à allumettes-bougies, et des lampes à essence minérale munies de rallumeurs à amorces, ces dernières étant des lampes Boty, Mueseler ou Marsaut transformées en lampes à essence.

Nous décrirons successivement chacun de ces deux systèmes et les essais auxquels il a été procédé.

I. — Lampe à huile à rallumeur par allumettes-bougies.

Il y a déjà longtemps que l'on a appliqué au rallumage des lampes à huile l'emploi d'allumettes placées dans l'intérieur de la lampe et pouvant être enflammées par un appareil à friction manœuvré de l'extérieur.

M. Catrice, ingénieur à Arras, a imaginé il y a une dizaine d'années un rallumeur de ce système qui, perfectionné dans ces derniers temps, est employé en Allemagne et dans le bassin du Pas-de-Calais, surtout aux mines de Liévin, dont les fosses n°s 3 et 4 en sont complètement pourvues. Nous dirons quelques mots du système Catrice pour faire ressortir les différences que présente le système Guichot par rapport à celui-ci.

Dans le système Catrice (*), les allumettes, en bois, de 27 millimètres de longueur, sont placées verticalement, en couronne, au nombre de neuf, dans un barillet semblable à celui d'un revolver. Ce barillet est logé dans le réservoir de la lampe, et une tige, manœuvrée de l'extérieur, permet, au moyen d'une manœuvre très simple, de pousser chaque allumette presque entièrement hors de

(*) Décrit dans les *Annales des Mines* (1er vol. de 1887, p. 191) et dans les publications de la *Société des Ingénieurs du Hainaut* (tome I, 2e fascicule, page 173 ; 1892).

son logement, de telle sorte qu'elle s'enflamme par friction contre un ressort rugueux et vient brûler, tout près de la mèche, pendant un temps suffisant pour produire le rallumage. La rotation du barillet, nécessaire pour amener successivement chaque allumette en regard de la tige, est produite automatiquement par un ressort armé au moment où l'on garnit le barillet d'allumettes. Celui-ci est placé tout entier au-dessous de la plaque métallique formant la surface supérieure du réservoir de la lampe, qui est percée seulement d'un trou par lequel émerge successivement chaque allumette.

Le rallumeur Guichot (voir croquis ci-dessous, *fig.* 1) est formé d'un disque circulaire en laiton (*d*) dans l'épaisseur duquel sont évidés, suivant le rayon, des canaux (*c*) où sont placées des allumettes-bougies, au nombre de sept, de 14 millimètres de longueur. Ce disque et ses accessoires sont placés dans une boîte B en laiton logée dans le réservoir de la lampe, de telle sorte que le disque, perpendiculaire au plan supérieur du réservoir, émerge de la hauteur d'une allumette, et que, dans la rotation du disque, la tête de chaque allumette soit amenée à proximité de la mèche de la lampe. L'inflammation successive de chaque allumette est obtenue par friction sur une râpe (*r*) en acier, fixée à l'enveloppe et pressée par un ressort contre la tête de l'allumette, quand on fait tourner le disque. Cette rotation s'opère au moyen d'une tige T manœuvrée de l'extérieur de la lampe, et actionnant le disque par l'intermédiaire d'un ergot E successivement en prise avec chacune des dents d'une roue à rochet, solidaire du disque portant les allumettes : il n'y a donc aucun ressort antagoniste pour produire la rotation du disque, qui est assurée par le mouvement de va-et-vient de la tige convenablement guidée. La boîte dans laquelle est placé l'appareil ne laisse à découvert que une ou deux allumettes au plus.

Il est évident qu'un semblable rallumeur ne peut modifier en quoi que ce soit les conditions de sécurité de la lampe, car, aussi bien dans le système Guichot que dans le

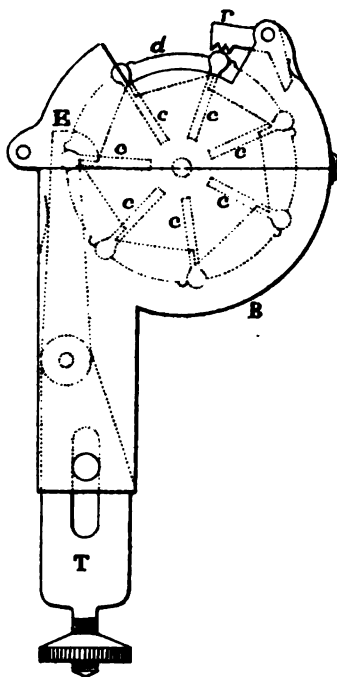


Fig. 1.

système Catrice, l'inflammation du mélange explosif à l'intérieur de la lampe ne peut allumer qu'une allumette à la fois, dont l'effet sur un mélange explosif ne peut pas différer sensiblement de celui de la flamme même de la lampe. Nous nous sommes donc contenté de vérifier le fonctionnement du système présenté par M. Guichot, au point de vue du rallumage. Nous avons constaté que l'allumette-bougie brûle assez longtemps pour pouvoir rallumer, en général, une mèche alimentée par de l'huile de

colza. La rotation du disque a seulement paru un peu irrégulière, et il s'est produit quelques ratés, la prise entre l'ergot de la tige et les dents de la roue à rochet ne s'effectuant pas toujours avec précision. Cet inconvénient disparaîtrait probablement dans des appareils construits d'une façon un peu plus robuste que le modèle d'essai qui nous a été soumis.

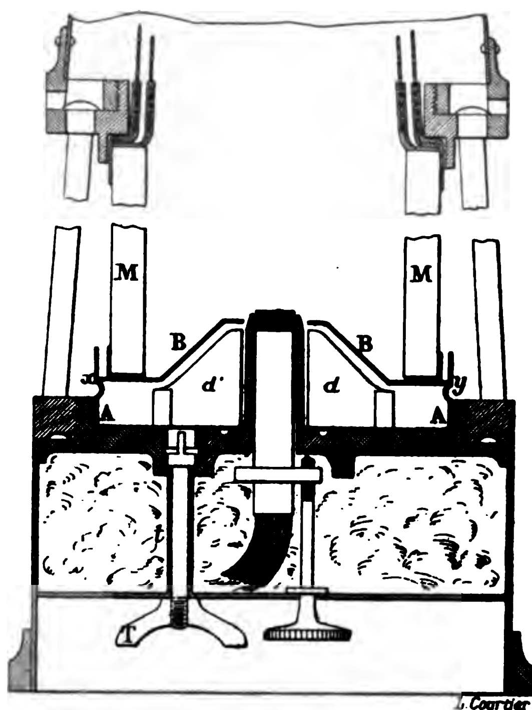
II. — Lampes à essence à rallumeur par amorces.

On sait que des rallumeurs par amorces ont été appliqués déjà avec succès à des lampes à essence minérale, notamment dans les lampes Wolf employées depuis nombre d'années en Autriche, Allemagne, etc. Dans les premières lampes Wolf, le rallumage de la lampe était obtenu par l'inflammation successive d'une série d'amorces, collées sur une bande de papier se déroulant à proximité de la mèche et enflammées par percussion, comme dans les pistolets d'enfants. Dans les derniers modèles, l'amorce est remplacée par une pâte analogue à celle des allumettes, disposée de loin en loin sur une bande de papier paraffiné inflammable, et s'allumant par friction, ce qui simplifie beaucoup la manœuvre du mécanisme de rallumage.

Le système de rallumeur par amorces présenté par M. E. Guichot produit, comme dans le dernier système Wolf, l'inflammation de l'amorce par simple friction contre un style en acier. Ce qui le distingue le plus des systèmes Wolf, c'est que le dispositif de rallumage est extérieur au réservoir de la lampe, tandis que, dans la lampe Wolf, il est placé à l'intérieur de celui-ci, ne laissant émerger hors du réservoir qu'un bout très court du rouleau d'amorces.

L'amorce Guichot est composée d'une pastille de matière fulminante collée sur une bande de papier fort ; cette matière

Fig. 2.



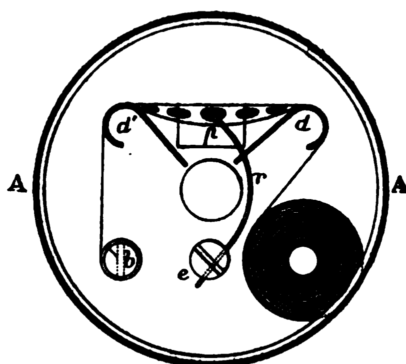


Fig. 3.

est assez difficilement inflammable par élévation de température, très facile, au contraire, à allumer par le frottement d'un corps dur. Le croquis ci-joint (*fig.* 2 et 3) montre la disposition des organes du rallumeur Guichot, appliqué à une lampe Marsaut transformée dans ce but en lampe à essence. Tous les organes du rallumeur sont contenus dans une petite boite plate en laiton AA, à couvercle mobile BB, qui s'applique sur le dessus du réservoir de la lampe et que maintient le manchon de verre MM de celle-ci. Le rouleau d'amorces est enfilé sur un axe fixe *a* (voir la *fig.* 3 représentant en plan la boîte AA avec son couvercle enlevé), et le bout extérieur du rouleau, qui contient 100 amorces, est fixé contre un tambour mobile *b*, qui est mis en prise, au moyen d'une tête de vis fortement entaillée, placée sous la boite, avec une tige *t* traversant le réservoir, et que l'on peut faire tourner de l'extérieur au moyen d'une manette T.

La bande d'amorces est guidée par deux pièces métalliques recourbées *dd'*, entre lesquelles est placé un butoir formant plan incliné *p*, contre lequel vient s'appuyer fortement un ressort en acier *r* terminé en pointe, dont on règle la tension au moyen d'un écrou *e*. Les deux pièces métalliques *dd'* forment en même temps, avec le couvercle BB, une sorte de chambre ouverte vers le haut, pour diriger la flamme de l'amorce sur la mèche de la lampe.

En tournant vivement la tige *t* dans le sens voulu, on amène une amorce en regard du ressort *r*, et le frottement produit l'inflammation.

Au point de vue du rallumage, le dispositif E. Guichot nous a donné toujours de bons résultats.

Placées dans des mélanges explosifs de formène ou de gaz d'éclairage au repos, pendant un quart d'heure, les trois lampes Boty, Marsaut et Mueseler transformées, en lampes à essence et munies du rallumeur E. Guichot, n'ont donné lieu à aucune inflammation au dehors, la combustion

du gaz, dans ces conditions, ne pouvant en aucun cas se produire au contact des amorces pendant un temps assez long pour enflammer celles-ci.

On aurait pu penser qu'il en serait autrement dans les mélanges explosifs à grande vitesse, qui produisent à l'intérieur de la lampe une combustion beaucoup plus vive : il était à craindre en effet que l'échauffement de la boîte du rallumeur fût capable d'entraîner l'explosion simultanée d'un nombre d'amorces suffisant pour provoquer au dehors l'inflammation du mélange explosif. Les expériences suivantes ont montré que ce danger n'est pas à redouter.

Nous n'avons fait d'essai dans les mélanges explosifs d'air et de gaz d'éclairage, animés de grande vitesse, qu'avec les lampes Marsaut et Mueseler, la lampe Boty ordinaire, sans cuirasse, n'étant pas susceptible, comme on sait, d'être placée dans un courant explosif de vitesse sensible, sans que l'inflammation se propage au dehors.

Nous avons fait une seule expérience avec la lampe Mueseler et deux avec la lampe Marsaut, munie d'abord de ses deux tamis, puis d'un seul.

Dans chaque expérience les lampes ont été maintenues pendant un quart d'heure dans des mélanges au maximum d'explosibilité animés d'une vitesse de $6^m,70$ en amont des lampes, ce qui représente une vitesse moyenne de $10^m,80$ à hauteur de celles-ci, en raison de la réduction de section libre pour le passage de l'air dans la partie de la conduite occupée par la lampe.

Bien que le mélange explosif ait brûlé d'une façon intense à l'intérieur des lampes, et que celles-ci aient été fortement échauffées, aucune amorce n'a été enflammée pendant ces expériences. Ce résultat a été particulièrement probant dans la lampe Mueseler qui a subi l'échauffement le plus fort, et où le mélange explosif, brûlant nettement (en plein jour) jusqu'à mi-hauteur du verre de

la lampe, a fait fondre de la soudure d'étain à la surface du couvercle BB protégeant les amorces.

Dans la lampe Marsaut la combustion, qui ne se produit d'une façon continue que dans le tamis, est descendue à différentes reprises jusqu'au bas du manchon de verre de la lampe, mais pendant un temps trop court pour que l'échauffement de ce couvercle fût aussi fort que dans la lampe Mueseler.

Comme dans les expériences antérieures de la Commission sur les mêmes lampes garnies d'huile, la flamme de la lampe s'est éteinte en même temps que le mélange explosif s'allumait à l'intérieur de celle-ci.

Ces expériences montrent, en définitive, que l'adjonction du rallumeur par amorces du système E. Guichot, ci-dessus décrit, aux lampes Mueseler et Marsaut transformées à cet effet en lampes à essence, ne paraît pas modifier les conditions de sécurité de ces lampes.

Nous ajouterons que, dans les modèles d'essai soumis à la Commission du grisou, les organes du rallumeur ont paru un peu faibles et insuffisamment ajustés pour résister à un usage prolongé dans les mines ; mais ce sont là des imperfections qu'une fabrication courante permettrait aisément de faire disparaître.

Paris, le 10 janvier 1897.

BULLETIN

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE LA SUÈDE POUR L'ANNÉE 1895.

La statistique de l'industrie minérale pour l'année 1895 fournit les renseignements suivants sur la production des mines et usines métallurgiques :

I. — Minerais.

	Production en 1895. Tonnes.	Différence par rapport à 1894. Tonnes.
Minerai de fer en roche	1.901.971	— 24.552
Minerai d'or	459	+ 459
Minerai d'argent et de plomb	12.045	— 2.780
Minerai de cuivre	26.009	+ 299
Minerai de zinc	31.349	— 15.680
Minerai de manganèse	3.117	— 242
Pyrite de fer	221	— 435

Les 1.901.971 tonnes de minerai de fer ci-dessus inscrites se décomposent en 1.651.378 tonnes de magnétite et 250.593 d'oligiste. Les minerais de lacs et de marais, montant à 2.691 tonnes, ne sont pas compris dans les chiffres précités, de sorte que l'ensemble de la production du minerai de fer s'est élevée, en réalité, à 1.904.662 tonnes.

II. — Usines à fer.

	Production en 1895. Tonnes.	Différence par rapport à 1894. Tonnes.
Fonte	462.930	+ 121
Massiaux et fers bruts en barres	188.726	— 15.791
Lingots Bessemer	97.294	— 13.998
Lingots Siemens-Martin	96.475	+ 14.761
Lingots de fusion au creuset	551	+ 87
Fer et acier en barres	168.270	+ 21.484
Fer et acier en bandes, verges, etc.	78.168	+ 76
Fil laminé en boucles (wire-rods)	26.038	+ 274
Tôle grosse	12.028	+ 1.178

La production par haut-fourneau a été de 3.171 tonnes en moyenne, pour l'année.

Le charbon de bois est, au point de vue pratique, le seul combustible employé dans les hauts-fourneaux ; c'est seulement dans des cas très rares, par exemple pour la fabrication du Spiegel, qu'on le mélange avec un peu de coke anglais.

III. — Métaux autres que le fer.

	Production en 1895.	Différence par rapport à 1894.
	Kilogrammes.	Kilogrammes.
Or	85,3	— 8,3
Argent	1.188	— 1.681,5
Plomb	1.256.079	+ 925.716
Cuivre	216.305	— 133.594

IV. — Houille.

Les mines de charbon exploitées sont situées exclusivement dans la Scanie, province la plus méridionale du royaume. On en a extrait, en 1895, une quantité totale de 223.652 tonnes, soit 27.702 tonnes de plus que l'année précédente.

L'exploitation de ces mines a fourni, en outre, 120.385 tonnes d'argile, soit 9.232 tonnes de moins qu'en 1894.

V. — Autres substances.

	Production en 1895.
	Kilogrammes.
Sulfate de cuivre	1.195.408
Sulfate de fer	94.125
Ocre rouge	1.290.970
Alun	286.284
Plombagine	6.912

VI. — Personnel ouvrier.

Le nombre des ouvriers employés, en 1895, à l'exploitation des mines et usines, a été de 26.284, soit 832 de plus qu'en 1894. Ces ouvriers se répartissent de la manière suivante :

	PERSONNEL OUVRIER				
	Souterrainement		A la surface		Totaux
	Hommes	Enfants (au-dessous de 18 ans)	Hommes	Femmes et enfants (au-dessous de 18 ans)	
Mines de fer............	3.557	109	3.072	906	7.644
Autres mines métallifères.	838	3	613	388	1.842
Mines de charbon........	1.104	115	288	33	1.540
Usines à fer.............	»	»	13.485	1.020	14.505
Autres usines............	»	»	694	59	753
Totaux.......	5.499	227	18.152	2.406	26.284

VII. — Moteurs.

Le nombre des moteurs en activité, pendant l'année 1895, ainsi que la puissance motrice déclarée par les industriels, font l'objet du tableau ci-après :

	MOTEURS EMPLOYÉS				TOTAUX	
	Dans les mines		Aux autres exploitations minérales			
	Nombre	Puissance en chevaux	Nombre	Puissance en chevaux	Nombre	Puissance en chevaux
Machines à vapeur..	183	3.734	132	6.898	315	10.632
Moteurs à eau......	174	3.214	1.017	43.765	(*)1.191	46.979
Autres moteurs.....	111	277	4	»	(**) 115	277
Totaux......	468	7.225	1.153	50.663	1.621	57.888

(*) Pour 10 de ces moteurs, la puissance n'a pas été connue.
(**) Dont 102 manèges à colliers et autres moteurs sans puissance déclarée.

VIII. — Accidents.

La statistique des accidents signalés dans les mines et usines comprend le nombre total des tués et celui des blessés qui sont devenus invalides. Elle est résumée ci-après :

	NOMBRE des accidents	NOMBRE DES VICTIMES		
		Tués	Devenus invalides	Total
Dans les mines	40	28	14	42
Dans les usines	22	21	17	38
Totaux	62	49	31	80

Par comparaison avec l'année précédente, le nombre des accidents signalés a augmenté de 14, et celui des victimes de 29 morts; le nombre des ouvriers grièvement blessés a été le même qu'en 1894.

(Extrait de la *Sveriges officiela Statistik*.)

do

Fig. 4.
8e niveau (241m)

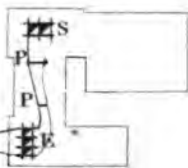


Fig. 5.
5e niveau (163m de profondeur)

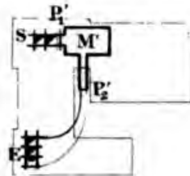


Fig. 6. Schéma de la distribution électrique

du 5e étage

Conduite dans le puits d'exhaure

B

Conduite dans le puits d'exhaure

3 lampes

8e étage

machines du 9e étage

9 lampes

W

I

D

Légende de la Fig. 6.

D, D Dynamos

I, I Interrupteurs

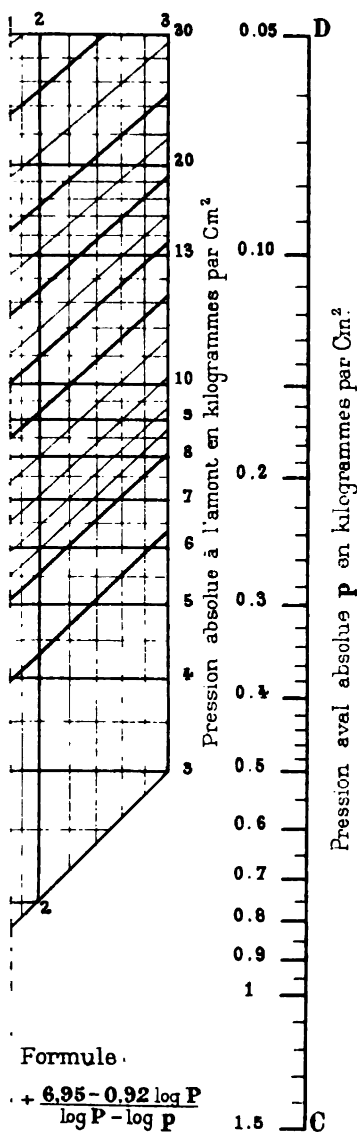
B Boîte des plombs fusibles

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

F

+

es. 9



Formule

$$+ \frac{6{,}95 - 0{,}92 \log \mathbf{P}}{\log \mathbf{P} - \log \mathbf{p}}$$

es. 9

L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.



COMPAGNIE INTERNATIONALE

DES PROCÉDÉS ADOLPHE SEIGLE

ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE ET FORCE MOTRICE PAR LES HYDROCARBURES LOURDS

CHAUDIÈRES MARINES — MOTEURS FIXES
GÉNÉRATEURS DE VAPEUR POUR TRAMWAYS, VOITURES AUTOMOBILES,
EMBARCATIONS DE PLAISANCE, ETC.

SOCIÉTÉ ANONYME. CAPITAL : 2 MILLIONS

ADMINISTRATION CENTRALE : *147, rue de Courcelles, PARIS*

ÉCLAIRAGE ÉCONOMIQUE

DES FORGES, FONDERIES, LAMINOIRS, MINES, CHANTIERS, ETC.

ÉCONOMIE DE 50 A 80 O/O
Sur tous les autres systèmes d'éclairage.





LOCATION ET VENTE CONDITIONNELLE DES APPAREILS
Demander les renseignements à l'Administration centrale.

PAR LES

GAZÉIFICATEURS ADOLPHE SEIGLE

(Brevetés en Europe et en Amérique).

Appareils simples, robustes et portatifs, donnant avec les huiles lourdes de goudron et autres hydrocarbures à bon marché,

même par les plus grands vents et la pluie

un énorme foyer de grande intensité lumineuse et absolument sans ni fumée.

ADOPTÉS PAR LES MINISTÈRES DE L... ET DE LA MARINE,
LES PONTS ET CHAUSSÉES
LES COMPAGNIES DE CHEMINS DE...
LES GRANDES ENTREPRISES DE ... UX
ET LES GRANDES INDUSTRIES DE...
ET DE L'ÉTRANGER.

EXPLICATION DES PLANCHES.

FÉVRIER.

Pl. IV. — Incendie du puits Herménégilde (Silésie Autrichienne). — (14 janvier 1896.)

Pl. V. — Abaques des consommations théoriques d'une machine à vapeur.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT

AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris	20 fr. par an
Pour les Départements	24 fr. —
Pour l'Etranger.	28 fr. —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL

SECRÉTAIRE : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses

contenant des informations techniques et des communications diverses au point de vue de l'Industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.

Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. .	**25** fr. par an.
— pour l'étranger	**28** fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES, AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS, ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ETC.

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Hydraulique agricole	12 fr.
Physique et Chimie . . .	8 » 50	Organisation des services.	8 »
Bois et Métaux	8 »	Procédure civile	8 »
Droit civil	8 »	Charpente et couverture.	10 »
Machines hydrauliques.	10 »	Agriculture	9 »
Hygiène	7 » 50	Locomotive et Matériel roulant	12 »
Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique	9 »	Photographie	9 »
Voie publique	12 »	Architecture	15 »

D'autres parties sont en préparation et paraîtront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. VICQ-DUNOD et Cie.

ANNALES
DES MINES
OU
RECUEIL
DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES
SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XI.

3e LIVRAISON DE 1897.

PARIS
P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES.
Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

MARS.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

BULLETIN.

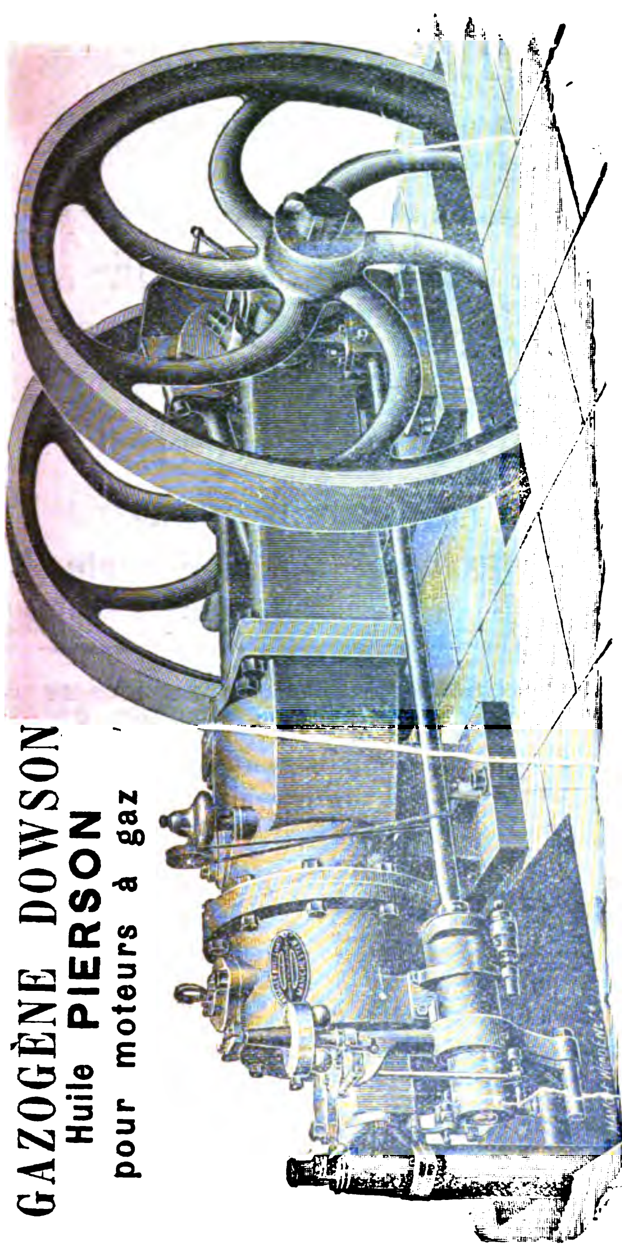
PARTIE ADMINISTRATIVE.

Janvier.

MOTEURS A GAZ CROSSLEY

GAZOGÈNE DOWSON

Huile PIERSON pour moteurs à gaz



Le Moteur à gaz **CROSSLEY**, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que ***600*** à ***700*** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

J. & O.-G. PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

PLUS DE **40.000** MOTEURS EN MARCHE

dont 26.700 ***sortis de la Maison CROSSLEY***

DE 1/2 A 140 CHEVAUX

EXPOSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL pour MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE CONNU A CE JOUR.

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss **à sec.**

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES.

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

Pompes Hélico-Centrifuges. Système MAGINOT & PINETTE

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet ; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, Bté S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCHISTAGES

TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES PORTATIVES

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, MOLLETTES

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parachute

PALIERS A ROTULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES JOUES DES MOLLETTES

MACHINES & CHAUDIÈRES A VAPEUR

LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHAUDRONNERIE

DEVIS, ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEIGNEMENTS

CATALOGUES SUR DEMANDE

L. PINETTE * CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

Surfaces occupées par les Usines : 25.000 mètres


Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres
LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX
Les plus Hautes Récompenses aux Expositions
Coton-Mèche
Toiles métalliques
Rivets et fils de plomb
AMADOU
Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS
COSSET-DUBRULLE Fils
LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE
3, rue de Toul, 3
3, rue de Toul, 3
Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE
Ferblanterie
EXÉCUTÉE SUR DESSINS
Flambeaux pétrole pour pompiers
LAMPES A GAZ
A RÉCUPÉRATION
Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL
FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE
TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

TABLEAUX COMPARATIFS DE LA PRODUCTION DES COMBUSTIBLES MINÉRAUX DES FONTES, FERS ET ACIERS, EN 1895 ET EN 1896 (*).

I. — Combustibles minéraux.

PRODUCTION PAR DÉPARTEMENT.

DÉPARTEMENTS	NATURE DU COMBUSTIBLE	PRODUITS 1895	PRODUITS 1896
		tonnes	tonnes
Ain	Lignite	20	50
Allier	Houille	918.672	986.177
Alpes (Basses-)	Lignite	28.410	24.624
Alpes (Hautes-)	Anthracite	9.030	9.528
Ardèche	Houille et anthracite	44.100	50.933
Aveyron	Houille	935.800	1.027.026
	Lignite	3.203	2.840
Bouches-du-Rhône	Idem	359.898	364.586
Cantal	Houille	64.007	78.241
	Lignite	75	66
Corrèze	Houille	1.240	1.721
Côte-d'Or	Houille et anthracite	10.418	10.964
Creuse	Houille	199.792	199.836
Dordogne	Lignite	1.834	2.500
Drôme	Idem	147	330
Gard	Houille	1.939.456	1.821.141
	Lignite	21.700	20.207
Hérault	Houille et anthracite	208.074	207.818
	Lignite	207	209
Isère	Anthracite	182.491	236.283
	Lignite	431	345
Loire	Houille et anthracite	3.442.939	3.561.158
Loire (Haute-)	Houille	236.820	212.968
Loire-Inférieure	Anthracite	11.903	14.232
Lot	Houille	5.990	3.902
Maine-et-Loire	Anthracite	15.207	13.593
Mayenne	Idem	53.530	43.961
Nièvre	Houille	182.961	195.366
Nord	Houille et anthracite	5.009.538	5.204.533
Pas-de-Calais	Houille	11.110.469	11.871.376
Puy-de-Dôme	Houille et anthracite	309.725	339.962
Pyrénées-Orientales	Lignite	1.645	1.484
Rhône	Houille	35.506	33.630
Saône (Haute-)	Idem	225.666	222.736
	Lignite	9.423	14.440
Saône-et-Loire	Houille et anthracite	1.840.281	1.916.739
Sarthe	Anthracite	11.292	10.789
Savoie	Idem	9.902	10.158
	Lignite	90	»
Savoie (Haute-)	Anthracite	105	175
Sèvres (Deux-)	Houille	19.828	14.917
Tarn	Idem	534.605	548.213
Var	Lignite	4.989	4.762
Vaucluse	Idem	3.831	3.136
Vendée	Houille	23.472	22.015
Vosges	Lignite	1.099	1.091
Yonne	Idem	72	71
Récapitulation	Houille et anthracite	27.582.819	28.870.091
	Lignite	437.074	440.741
Totaux		28.019.893	29.310.832
Augmentation			1.290.939

(*) Ces tableaux ont été publiés, par ordre de M. le Ministre des Travaux publics, au *Journal Officiel* du 8 mars 1897. Les chiffres concernant l'année 1896 sont extraits des états *semestriels* fournis par les Ingénieurs des mines et, par suite, *provisoires;* tandis que la statistique de 1895, résultant du dépouillement des états *annuels*, contient des chiffres *définitifs*.

PRODUCTION PAR BASSIN.

GROUPES GÉOGRAPHIQUES DE BASSINS	PRODUITS 1895	PRODUITS 1896	BASSINS ÉLÉMENTAIRES (*)	DÉPARTEMENTS OU LES BASSINS SONT SITUÉS	PRODUITS 1895	PRODUITS 1896
	tonnes	tonnes			tonnes	tonnes
I. — Houille et Anthracite.						
Nord et Pas-de-Calais	16.120.007	17.075.909	Valenciennes	Pas-de-Calais, Nord	16.118.336	17.074.634
			Le Boulonnais (Hardinghen)	Pas-de-Calais	1.671	1.275
Loire	3.484.321	3.605.428	Saint-Etienne (et Rive-de-Gier)	Loire, *Rhône*	3.442.939	3.561.088
			Sainte-Foy-l'Argentière	Rhône	35.506	33.630
			Communay	Isère	5.876	10.640
			Le Roannais (Roanne)	Loire, *Rhône*	»	70
Bourgogne et Nivernais	2.074.398	2.161.737	Creusot et Blanzy	Saône-et-Loire	1.659.772	1.739.874
			Decize	Nièvre	182.961	195.366
			Epinac et Aubigny-la-Ronce	Saône-et-Loire, Côte-d'Or	119.467	124.512
			La Chapelle-sous-Dun	Saône-et-Loire	65.045	56.236
			Bert	Allier	40.738	38.668
			Sincey, *Forges*	Côte-d'Or, *Saône-et-Loire*	6.415	7.081
Gard	1.983.556	1.872.074	Alais	Gard, Ardèche	1.943.303	1.830.115
			Aubenas	Ardèche	31.844	33.701
			Le Vigan	Gard	8.409	8.258
Tarn et Aveyron	1.476.395	1.579.141	Aubin	Aveyron	921.198	1.010.882
			Carmaux	Tarn	534.605	548.213
			Rodez	Aveyron	14.602	16.144
			Saint-Perdoux	Lot	5.990	3.902
Bourbonnais	1.088.683	1.181.509	Commentry (et Doyet)	Allier	825.385	886.436
			Saint-Eloy	Puy-de-Dôme	210.749	234.000
			L'Aumance (Buxière-la-Grue)	Allier	52.549	61.073
			La Queune (Fins et Noyant)	*Allier*	»	»
Auvergne	389.803	397.171	Brassac	Haute-Loire, Puy-de-Dôme	276.855	265.848
			Champagnac et Bourg-Lastic	Cantal, Puy-de-Dôme	94.112	109.819
			Langeac	Haute-Loire	18.836	21.504
Alpes occidentales	195.052	245.504	Le Drac (la Mure)	Isère	176.316	225.243
			Maurienne-Tarentaise et Briançon	Hautes-Alpes, Savoie	18.932	19.686
			Oisans et *le Grésivaudan*	Isère	290	400
			Chablais et Faucigny	Haute-Savoie	105	175
Vosges méridionales	225.666	222.736	Ronchamp	Haute-Saône	225.666	222.736

Hérault	208.074	207.818	Graissessac, *Roujan*	Hérault	208.074	207.818
Creuse et Corrèze	201.032	201.557	Ahun	Creuse	186.667	186.310
			Bourganeuf	Creuse	13.125	13.526
			Meymac et Argentat, Cublac (Terrasson)	Corrèze, *Dordogne*	1.240	1.721
			Le Maine	Mayenne, Sarthe	64.822	54.750
			Vouvant et Chantonnay	Deux-Sèvres, Vendée	43.300	36.932
Ouest	135.232	119.507	Basse-Loire	Loire-Inférieure, Maine-et-Loire	27.110	27.825
			Le Cotentin (le Plessis)	*Manche*	»	»
			Saint-Pierre-la-Cour	*Mayenne*	»	»
Les Maures	»	»	*Les Maures (Fréjus)*	*Var, Alpes-Maritimes*	»	»
Les Pyrénées	»	»	*Ibantelly, Durban et Ségure*	*Basses-Pyrénées, Aude*	»	»
Totaux pour les houilles	27.582.819	28.870.091			27.582.819	28.870.091

II. — Lignite.

			Fuveau (Aix)	Bouches-du-Rhône, *Var*	364.692	369.348
Provence	393.297	393.972	Manosque	Basses-Alpes, *Vaucluse*	28.410	24.624
			La Cadière	Var	195	»
			Bagnols, Orange, *Banc-Rouge, Vagnas*	Gard, Vaucluse, *Ardèche*	21.793	19.860
Comtat	25.162	22.853	Barjac et *Célas*	Gard	2.107	1.948
			Méthamis	Vaucluse	1.262	1.045
			Montoulieu	*Hérault*	»	»
Vosges méridionales	10.522	15.531	Gouhenans, *Gémonval*	Haute-Saône	9.423	14.400
			Norroy	Vosges	1.099	1.091
			Millau et Trévezel	Aveyron, Gard	3.572	3.330
			Le Sarladais	Dordogne	1.834	2.500
Sud-Ouest	7.333	7.589	Estavar, *Larquier, Orignac, St-Lon*	Pyrénées-Orientales, *Landes, Hautes-Pyrénées*	1.645	1.484
			La Caunette	Hérault, *Aude*	257	209
			Murat	Cantal	75	66
			La Tour-du-Pin	Isère	431	345
Haut-Rhône	688	725	Hauterives, *Montélimar*	Drôme	147	330
			Douvres, *Vercia*	Ain, *Jura*	20	50
			Chambéry et Entrevernes	*Savoie, Haute-Savoie*	90	»
Yonne	72	71	Joigny	Yonne	72	71
Totaux pour lignites	437.074	440.741			437.074	440.741
Totaux généraux	28.019.893	29.310.832			28.019.893	29.310.832

(*) Les bassins dont les mines n'ont pas été exploitées, et les départements correspondants, ont leurs noms en *italique*.

II. — Industrie sidérurgique.

PRODUCTION DES FONTES.

DÉPARTEMENTS.	DÉSIGNATION de LA FONTE suivant la nature du combustible	1895			1896		
		FONTES		PRODUCTION	FONTES		PRODUCTION
		d'affinage	de moulage et moulée en 1re fusion	totale	d'affinage	de moulage et moulée en 1re fusion	totale
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Allier	Au coke	20.485	7.175	27.660	17.884	8.522	26.406
Ardèche	Au coke	13.928	302	14.230	9.800	3.833	13.633
Ariège	Au coke	9.116	»	9.116	16.025	»	16.025
Aveyron	Au coke	11.181	»	11.181	10.897	»	10.897
Bouches-du-Rhône	Au coke	10.202	884	11.086	20.836	»	20.836
Charente	Au bois	»	»	»	350	»	350
Cher	Mixte	»	9.543	9.543	»	13.942	13.942
Dordogne	Au bois	100	300	400	30	150	180
Gard	Au coke	38.440	2.389	40.829	29.387	11.988	41.375
Isère	Au coke	27.251	20	27.271	37.048	475	37.523
Landes	Au coke	55.039	5.720	64.342	62.822	4.340	71.548
	Au bois	1.837	1.746		2.361	2.025	
Loire	Au coke	19.916	1	19.917	22.139	3	22.142
Loire-Inférieure	Au coke	25.689	9.582	35.271	50.291	14.188	64.479
Lot-et-Garonne	Au coke	331	12.280	12.611	920	18.156	19.076
Marne (Haute-)	Au coke	31.902	24.319	59.998	26.197	30.016	58.767
	Au bois	1.353	19		1.235	46	
	Mixte	»	2.407		»	1.273	
Meurthe-et-Moselle	Au coke	865.528	388.972	1.254.500	1.076.517	379.009	1.455.526
Nord	Au coke	207.685	»	207.685	263.989	»	263.989
Pas-de-Calais	Au coke	75.710	»	75.710	72.954	»	72.954
Pyrénées-Orientales	Au bois	2.022	»	2.022	1.257	»	1.257
Rhône	Au coke	12.365	2.187	14.552	12.124	3.228	15.347
Saône (Haute-)	Au bois	1.707	27	1.734	1.365	45	1.410
Saône-et-Loire	Au coke	95.376	2.937	98.313	99.903	»	99.903
Tarn	Au coke	3.641	2.256	5.897	4.010	2.127	6.137

Fonte	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	Au bois	7.019	2.002	9.111	6.508	2.266	8.804
	Mixte	»	11.050	11.050	»	15.215	15.215
	Totaux	1.530.804	473.064	2.003.868	1.840.341	493.361	2.333.702
	Augmentation				309.537	20.297	329.834

OBSERVATION. — La fonte produite dans le département du Cher pendant le premier semestre 1896 avait été portée, par erreur, dans la colonne des fontes d'affinage au coke. Il s'agissait, en réalité, de fonte de moulage obtenue au moyen des deux combustibles, et rectification de l'erreur a été faite dans le tableau ci-dessus concernant l'année entière.

PRODUCTION DES FERS.

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DU FER	1895				1896			
		RAILS	FERS marchands et spéciaux	TÔLES	PRODUCTION totale	RAILS	FERS marchands et spéciaux	TÔLES	PRODUCTION totale
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Aisne	Réchauffage de vieux fers	»	»	264	264	»	»	106	106
Allier	Puddlage	124	15.613	6.950	24.033	116	16.446	8.631	25.193
	Affinage au charbon de bois	»	1.346	»		»	»	»	
Ardennes	Puddlage	»	49.409	11.995	85.877	»	55.322	11.215	102.211
	Affinage au charbon de bois	»	»	»		»	41	»	
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	22.623	1.760		»	30.713	4.920	
Ariège	Puddlage	»	7.603	»	9.596	»	13.660	»	26.097
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	1.993	»		»	12.437	»	
Aube	Puddlage	»	3.358	»	4.884	»	2.000	»	5.421
	Affinage au charbon de bois	»	329	»		»	68	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	1.197	»		»	3.353	»	
Aveyron	Puddlage	1	4.538	359	7.934	»	3.811	260	8.488
	Réchauffage de vieux fers et riblons	70	2.429	537		92	3.638	687	
Bouches-du-Rhône	Puddlage	»	»	»	945	»	192	»	1.060
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	945	»		»	868	»	
Côte-d'Or	Puddlage	»	3.435	200	5.392	»	3.858	401	5.705
	Affinage au charbon de bois	»	377	500		»	342	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	880	»		»	1.100	4	
Côtes-du-Nord	Réchauffage de vieux fers	»	1.991	»	1.991	»	5.011	»	5.011
Dordogne	Puddlage	»	300	»	1.553	»	300	»	1.650
	Affinage au charbon de bois	»	758	»		»	400	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	495	»		»	950	»	

PRODUCTION DES FERS (*suite*).

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DU FER	1895 RAILS	1895 FERS marchands et spéciaux	1895 TÔLES	1895 PRODUCTION totale	1896 RAILS	1896 FERS marchands et spéciaux	1896 TÔLES	1896 PRODUCTION totale
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Doubs	Puddlage	»	»	»	6.215	»	1.837	»	5.658
	Affinage au charbon de bois	»	1.963	935		»	1.368	790	
	Réchauffage de vieux fers	»	2.942	375		»	1.330	333	
Eure	Réchauffage de vieux fers	»	4.056	»	4.056	»	4.717	»	4.717
Gard	Puddlage	»	6.822	»	6.822	»	7.243	»	7.243
Garonne (Haute-)	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	3.057	»	3.057	»	2.642	»	2.642
Ille-et-Vilaine	Réchauffage de vieux fers	»	80	»	80	»	74	»	74
Isère	Puddlage	»	34	»	3.809	»	18	»	1.949
	Réchauffage de vieux fers	»	3.775	»		»	1.931	»	
Jura	Puddlage	»	12.730	3.149	17.401	»	13.527	4.129	19.071
	Affinage au charbon de bois	»	132	»		»	71	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	1.040	350		»	1.006	338	
Landes	Puddlage	»	758	»	2.380	»	257	»	2.504
	Affinage au charbon de bois	»	979	»		»	1.086	»	
	Réchauffage de vieux fers	»	643	»		»	1.161	»	
Loire	Puddlage	»	14.717	6.684	27.908	»	14.815	7.979	29.895
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	6.427	80		»	7.086	15	
Loire-Inférieure	Puddlage	»	1.380	»	10.169	»	1.984	84	12.418
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	8.524	265		»	10.237	113	
Lot-et-Garonne	Puddlage	»	14	»	14	»	8	»	8
Marne (Haute-)	Puddlage	»	46.609	3.609	62.405	»	61.915	4.507	77.468
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	11.910	277		»	10.816	230	
Meurthe-et-Moselle	Puddlage	19	35.403	5.819	47.748	35	41.978	5.260	49.073
	Réchauffage de vieux fers	»	6.507	»		»	1.800	»	
Meuse	Puddlage	»	5.356	»	6.056	»	7.671	»	8.414
	Réchauffage de vieux fers	»	700	»		»	743	»	
Nièvre	Puddlage	»	4.741	»	7.790	»	4.460	46	7.206
	Affinage au charbon de bois	»	480	215		»	521	27	
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	2.354	»		4	2.141	7	
Nord	Puddlage	»	158.193	21.052	285.076	620	102.917	10.620	280.532
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	91.204	13.727		»	94.005	12.352	
Oise	Puddlage	»	12.147	[illegible]	[illegible]	»	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Pyrénées-Orientales	Affinage au charbon de bois (foyers catalans)	»	107	»	124	»	131	»	187
	Réchauffage de vieux fers	»	17	»		»	36	»	
Rhin (Haut-) (Territoire de Belfort)	Puddlage	»	»	»	470	»	16	»	451
	Affinage au charbon de bois	»	470	»		»	215	220	
Rhône	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	1.165	»	1.165	»	392	»	392
Saône (Haute-)	Affinage au charbon de bois	»	2	218	220	»	1	190	191
Saône-et-Loire	Puddlage	»	42.555	2.595	66.429	»	56.997	1.659	59.356
	Affinage au charbon de bois	»	»	»		»	»	20	
	Réchauffage de vieux fers	»	21.278	1		»	»	680	
Sarthe	Affinage au charbon de bois	»	27	»	27	»	»	»	30
Savoie	Réchauffage de vieux fers	»	»	»	32	»	30	»	35
	Affinage au charbon de bois	»	32	»		»	8	»	
Savoie (Haute-)	Réchauffage de vieux fers	»	»	»	1.870	»	27	»	1.543
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	1.358	512		»	1.073	470	
Seine	Réchauffage de vieux fers	»	28.687	»	28.687	»	22.891	»	22.891
Seine-Inférieure	Réchauffage de vieux fers	»	83	»	83	»	116	»	116
Seine-et-Oise	Réchauffage de vieux fers	»	3.439	»	3.439	»	3.790	»	3.790
Somme	Puddlage	»	760	»	2.756	»	738	»	2.946
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	1.996	»		»	2.208	»	
Tarn	Puddlage	»	2.146	»	2.607	»	2.934	»	3.450
	Réchauffage de vieux fers et riblons	»	461	»		»	516	»	
Vosges	Affinage au charbon de bois	»	»	»	238	»	226	85	311
	Réchauffage de vieux fers	»	144	94		»	»	»	»
Yonne	Réchauffage de vieux fers	»	12	»	12	»	»	»	

RÉCAPITULATION.

Fer	Puddlé	144	428.697	65.081	494.822	780	520.726	67.730	589.236
	Affiné au charbon de bois	»	7.019	2.214	9.233	»	4.478	1.725	6.203
	Obtenu par réchauffage de vieux fers et riblons	70	234.426	18.242	252.738	96	198.853	20.255	219.204
Totaux		214	670.142	86.437	756.793	876	724.057	89.710	814.643
Augmentations						662	53.915	3.273	57.850

Observation. — Les fers bruts ou massiaux transformés en produits marchands dans des départements autres que ceux où ils ont été fabriqués ne figurent pas sur le tableau, afin d'éviter un double emploi.

PRODUCTION DES ACIERS.

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DE L'ACIER	1895 Production des aciers ouvrés				1895 Production des lingots Bessemer et Siemens-Martin	1896 Production des aciers ouvrés				1896 Production des lingots Bessemer et Siemens-Martin
		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Aisne	Fusion au foyer Bessemer	»	»	671	671	»	»	»	360	360	»
Allier	Fusion au four Siemens-Martin	»	17.000	3.466		28.466	»	35.785	6.295		43.590
	Puddlage	»	30	»	20.956	»	»	60	»	42.650	»
	Cémentation	»	30	»		»	»	40	»		»
	Fusion au creuset	»	430	»		»	»	470	»		»
Ardennes	Fusion au foyer Bessemer	»	20.926	10.396		»	»	23.569	11.201		»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	144	7.732		9.133	»	265	8.537		9.099
	Cémentation	»	4	»	39.441	»	»	7	»	44.414	»
	Fusion au creuset	»	239	»		»	»	303	»		»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	42	490		»
Ariège	Fusion au four Siemens-Martin	»	5.714	»		6.285	»	22	»		1.768
	Puddlage	»	690	»	6.575	»	»	2.558	»	2.747	»
	Cémentation	»	70	»		»	»	110	»		»
	Fusion au creuset	»	101	»		»	»	57	»		»
Aube	Fusion au foyer Bessemer	»	2.080	»	2.040	»	»	2.370	»	2.370	»
Aveyron	Fusion au four Siemens-Martin	57	3.420	106	3.583	5.090	181	10.102	298	10.581	10.429
Bouches-d.-Rhône	Fusion au four Siemens-Martin	»	320	»	320	»	»	370	»	370	»
Charente	Fusion au foyer Bessemer	»	175	»	175	»	»	222	»	222	»
Côte-d'Or	Fusion au foyer Bessemer	»	5.107	440		»	»	5.795	»		»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	»	440		»	»	90	1.203		»
	Cémentation	»	82	»	6.141	»	»	82	4	7.284	»
	Fusion au creuset	»	70	2		»	»	100	10		»
Doubs	Fusion au foyer Bessemer	»	3.504	»	8.503	»	»	5.500	»	10.945	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	2.498	2.501		3.175	»	1.850	3.595		4.842
Gard	Fusion au foyer Bessemer	16.703	6.279	»		28.094	14.383	82	»		17.492
	Fusion au four Siemens-Martin	119	8.410	»	31.606	10.254	70	15.666	»	30.228	19.331
	Réchauffage de vieil acier	»	95	»		»	»	27	»		»
Indre-et-Loire	Cémentation	»	65	»	65	»	»	»	»	»	»

Isère	Fusion au four Siemens-Martin	»	3.000	»	4.935	5.454	»	2.906	»	4.802	5.440
	Puddlage	»	1.043	»		»	»	1.244	»		»
	Cémentation	»	245	»		»	»	285	»		»
	Fusion au creuset	»	647	»		»	»	397	»		»
Jura	Fusion au foyer Bessemer	»	8.328	»	13.906	»	»	6.505	»	12.872	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	1.995	3.583		4.541	»	2.004	4.363		4.412
Landes	Fusion au foyer Bessemer	25.847	7.794	»	40.589	36.557	25.145	10.639	»	45.299	43.733
	Fusion au four Siemens-Martin	»	6.948	»		8.532	»	9.215	»		10.661
	Puddlage	»	»	»		»	»	300	»		»
Loire	Fusion au foyer Bessemer	»	2.171	»	60.779	»	»	»	»	69.102	»
	Fusion au four Siemens-Martin	100	27.577	17.755		73.831	1.642	32.944	17.930		53.173
	Puddlage, affinage au charbon de bois	»	2.152	»		»	»	3.281	»		»
	Cémentation	»	588	»		»	»	482	»		»
	Fusion au creuset	»	6.956	140		»	»	7.181	69		»
	Réchauffage de vieil acier	»	2.597	743		»	»	5.573	»		»
Loire-Inférieure	Fusion au foyer Bessemer	10.468	160	460	20.093	12.065	13.112	530	»	36.045	15.500
	Fusion au four Siemens-Martin	»	6.203	11.802		24.827	»	7.530	14.873		30.563
Marne (Haute-)	Fusion au foyer Bessemer	»	7.978	996	23.706	426	»	11.513	1.540	27.170	537
	Fusion au four Siemens-Martin	»	14.732	»		13.820	»	14.097	»		15.347
Meurthe-et-Moselle	Fusion au foyer Bessemer (procédé Thomas)	38.155	44.685	5.036	98.722	235.735	29.078	66.495	13.644	120.444	401.416
	Fusion au four Siemens-Martin	90	2.105	6.988		12.227	»	3.116	4.703		12.560
	Puddlage	»	985	343		»	»	1.687	587		»
	Fusion au creuset	»	30	»		»	»	»	»		»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	305		»	»	»	534		»
Meuse	Fusion au foyer Bessemer (procédé Thomas)	»	1.805	»	6.328	»	»	1.831	»	7.453	614
	Fusion au four Siemens Martin	»	4.523	»		4.917	»	5.622	»		6.109
Morbihan	Fusion au four Siemens-Martin	»	»	12.259	12.259	16.640	»	»	10.739	10.739	16.520
Nièvre	Fusion au four Siemens-Martin	25	12.180	800	13.724	14.658	48	21.652	627	22.432	23.403
	Puddlage	»	60	»		»	»	56	»		»
	Fusion au creuset	»	659	»		»	»	49	»		»
Nord	Fusion au foyer Bessemer	24.536	46.115	8.750	136.481	86.096	35.355	59.527	15.202	176.036	124.652
	Fusion au four Siemens-Martin	»	20.071	36.659		70.452	»	19.093	44.784		62.168
	Puddlage	»	»	»		»	»	200	1.700		»
	Fusion au creuset	»	350	»		»	»	175	»		»
Oise	Fusion au foyer Bessemer	»	16.021	»	28.367	»	»	21.532	»	38.063	12.084
	Fusion au four Siemens-Martin	»	1.263	11.083		13.784	»	2.576	13.955		»
Pas-de-Calais	Fusion au foyer Bessemer	28.197	11.082	»	39.279	50.316	49.520	6.801	»	56.846	70.972
	Fusion au four Siemens-Martin	»	»	»		»	»	525	»		656
Rhin (Haut-) (Territoire de Belfort)	Fusion au four Siemens-Martin	»	3.030	»	3.030	4.610	»	3.150	»	3.150	4.870
Rhône	Fusion au foyer Bessemer	»	»	»	122	»	»	20	»	55	30
	Fusion au four Siemens-Martin	»	122	»		»	»	35	»		25
Saône (Haute-)	Fusion au foyer Bessemer	»	»	1.460	1.460	»	»	»	1.220	1.320	»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	»		»	»	»	100		»
Saône-et-Loire	Fusion au foyer Bessemer	8.097	16.814	13.453	71.128	50.443	1.541	36.164	17.345	90.089	51.902
	Fusion au four Siemens-Martin	»	10.811	21.953		45.526	»	21.635	13.404		53.971
Savoie	Fusion au four Siemens-Martin	»	113	»	113	»	»	163	»	163	»
Savoie (Haute)	Fusion au foyer Bessemer	»	343	»	343	»	»	»	370	370	»

PRODUCTION DES ACIERS (*suite*).

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DE L'ACIER	1895					1896				
		PRODUCTION DES ACIERS OUVRÉS				PRODUCTION des lingots Bessemer et Siemens-Martin	PRODUCTION DES ACIERS OUVRÉS				PRODUCTION des lingots Bessemer et Siemens-Martin
		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale		Rails	Aciers marchands	Tôles	Production totale	
		tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes	tonnes
Seine	Fusion au foyer Bessemer	»	1.887	»	4.220	»	»	749	»	2.643	»
	Fusion au four Siemens-Martin	»	2.285	»		»	»	1.852	»		»
	Cémentation	»	2	»		»	»	4	»		»
	Fusion au creuset	»	46	»		»	»	38	»		»
Sèvres (Deux-)	Fusion au four Siemens-Martin	»	20	»	20	20	»	»	»	»	»
Tarn	Puddlage	»	1.382	»	2.903	»	»	1.191	»	2.489	»
	Cémentation	»	206	»		»	»	194	»		»
	Fusion au creuset	»	1.315	»		»	»	1.104	»		»
Vosges	Fusion au foyer Bessemer	»	940	1.000	2.940	»	»	1.596	1.659	3.665	»
	Réchauffage de vieil acier	»	»	1.000		»	»	»	410		»

RÉCAPITULATION.

DÉPARTEMENTS	MODE DE FABRICATION DE L'ACIER	1895 Rails	1895 Aciers marchands	1895 Tôles	1895 Production totale	1895 Production des lingots	1896 Rails	1896 Aciers marchands	1896 Tôles	1896 Production totale	1896 Production des lingots
Acier	Fondu au foyer Bessemer	152.003	204.474	42.662	399.139	499.732	168.734	261.440	62.201	492.375	726.848
	Fondu au four Siemens-Martin	391	154.164	137.127	291.682	376.242	1.941	212.325	145.666	359.932	401.921
	Puddlé et de forge	»	6.342	343	6.685	»	»	10.577	2.287	12.864	»
	Cémenté	»	1.292	»	1.292	»	»	1.204	4	1.208	»
	Fondu au creuset	»	10.843	142	10.985	»	»	9.874	79	9.953	»
	Obtenu par réchauffage de vieil acier	»	2.692	2.048	4.740	»	»	5.642	1.534	7.176	»
	Totaux	152.394	379.857	182.322	714.523	875.974	170.675	501.062	211.771	883.508	1.128.760
	Augmentations						18.281	121.255	29.449	168.985	252.795

La production des lingots ne correspond pas exactement à celle des aciers ouvrés Bessemer et Martin, car il y a lieu de tenir compte des variations du stock.

ÉTUDES

SUR LES

CHAMPS AURIFÈRES

DE

LYDENBURG, DE KAAP ET DU CHARTERLAND

(AFRIQUE DU SUD)

Par M. A. BORDEAUX, Ingénieur civil des Mines.

Pendant un séjour de près de quatorze mois dans l'Afrique australe, nous avons eu l'occasion de visiter, entre autres, les champs aurifères de De Kaap et de Lydenburg au Transvaal, et ceux de plusieurs régions du Charterland. C'est le résultat de nos observations que nous désirons exposer dans les trois chapitres suivants, auxquels correspondent respectivement les trois cartes des Planches VI et VII.

CHAPITRE I.

De Kaap. — Le Komati.

(Pl. VI, *fig.* 1.)

Géologie générale. — Les deux vallées de De Kaap et du Komati sont à peu près parallèles et descendent successivement vers le Crocodile river, la première à Kaapmuiden, la seconde à Komati port. La formation géologique de ces vallées est parmi les plus anciennes de l'Afrique du Sud. Le fond est formé par le granite à grains grossiers, syénite, pegmatite. Les montagnes qui séparent les vallées sont constituées par des strates de schistes, de quartzites, de conglomérats, et parfois d'argiles feuilletées; ces strates sont parallèles, et généralement dirigées est-ouest, elles subissent cependant de nombreuses dislocations et vont même du nord au sud. Vu d'un sommet, par exemple de la cime de Sheba hill, ou du Saddleback hill au sud de Barberton, le pays présente un aspect *moutonné* extraordinaire, d'une telle irrégularité qu'il semble défier un ordre ou des alignements quelconques. C'est une succession sans fin de bosses arrondies, de dos d'âne, de pointes aiguës, comme les Three Sisters; et tous ces sommets, dépassant de 800 à 1.000 mètres le lit des vallées, sont totalement dépourvus d'arbres, mais le plus souvent couverts d'une herbe maigre. Dans les ravins qui les séparent apparaissent des touffes d'arbres, les fonds des vallées sont couverts de broussailles ou d'arbres rabougris. Il est naturel que la végétation soit plus belle dans les ravins creusés dans les assises de schistes que dans les vallées de formation granitique. Dans ces dernières, surtout le Crocodile river, le granite affleure partout en dômes arrondis continuant à subir les effets de l'érosion. Au bord des rivières seulement,

la végétation prend une plus grande ampleur, et, à mesure qu'on descend vers la mer, devient tout à fait tropicale.

Ces assises de schistes, quartzites, conglomérats et argiles n'ont pas une très grande puissance en général; ce sont comme des bandes et comme des îlots isolés dans le granite qui constitue la formation de la base. Elles n'atteignent vraiment une grande puissance que dans la région appelée les Makongwa Mountains, de Barberton aux Three Sisters, à l'angle de laquelle se trouve la Sheba hill; nous aurons l'occasion de préciser l'importance de ce fait; dans cette région, la puissance des sédiments dépasse 15 à 16 kilomètres.

Cette grande bande des Makongwa Mountains est prolongée, à l'ouest, par une autre beaucoup plus étroite nommée Moodie's. Une autre bande le long de l'Elands spruit, affluent du Crocodile, s'étend de North Kaap à Barrett's Berlin et Coetzestroem.

Au sud-est, on retrouve la formation du Swaziland à Pigg's Peak et, au sud, sur la rive droite du Komati, à Steynsdorp; enfin, à l'ouest, elle existe encore en amont du Komati, dans le district de Carolina, sur les fermes qui vont de Stolzberg à Avontuur ; les régions que nous venons de citer sont les plus connues, même les seules bien connues, parce qu'elles ont attiré les ingénieurs par leur richesse en or. La zone de Stolzberg à Avontuur paraît même être la suite ininterrompue de celle des Makongwa et de Moodie's, comme celle de Pigg's Peak paraît se rattacher à celle de Steynsdorp.

Les grès renferment quelques lentilles de charbon.

Toutes ces assises, et le granite lui-même, sont traversés par des intrusions parfois assez étendues de roches vertes, trapps, diorite, etc. Nous en signalerons quelques-unes en décrivant les zones aurifères. En général, les formations sont très redressées, comme si elles avaient subi un mouvement ayant également affecté le granite sous-jacent :

beaucoup de fractures sont remplies par des dykes dioritiques.

L'or existe dans les conglomérats, dans les schistes, même dans les grès et les quartzites, sans parler de quelques alluvions aurifères, le long des dykes de diorite qui sont aussi quelquefois aurifères. Mais, quelle que soit la nature de la roche, c'est un fait assez remarquable qu'on peut limiter l'imprégnation aurifère très étroitement, suivant des zones très longues, mais dont la largeur ne dépasse souvent pas plus de 30 mètres et atteint 100 à 150 mètres. Dans une de ces zones on compte une ou plusieurs bandes aurifères, le plus souvent une seule semble être exploitable, et, quand elle cesse, c'est parfois une autre qui subit une amélioration. De chaque côté d'une zone on peut faire un ou plusieurs kilomètres sans en rencontrer de nouvelles. Ce cas est général, à Moodie's comme à Sheba hill, comme à Steynsdorp. Perpendiculairement, ou à peu près, aux strates, existent de nombreuses fentes et cassures, souvent remplies par des dykes éruptifs, notamment aux points où les alignements subissent de fortes courbures, comme au sud de Barberton et à Sheba hill. L'or, nous le répétons, se trouve indifféremment dans les feuillets de schistes, les grès, les quartzites ou les conglomérats. Nous citerons des exemples de tous ces cas.

Les nombreuses fentes et cassures que nous signalons n'ont cependant guère produit dans les roches de véritables filons de fracture. Il semble que la nature de ces roches s'y prête mal, elles se sont plutôt fendues suivant des plans de clivage et sans que presque jamais il y ait eu formation de failles importantes par le glissement des deux parois l'une sur l'autre. Cependant nous verrons quelques reefs comme celui de Joe's Luck, qui ont certains caractères des filons de fracture. Mais, là encore, les deux épontes ne présentent pas de phénomènes de méta-

morphisation et, à l'intérieur, elles continuent à manifester des plans de cassures parallèles à celui du reef, et ce cas est général dans tout le district. Il y a eu plutôt imprégnation, comme au Rand, par ces plans de cassures, généralement aquifères, et l'imprégnation aurifère s'est produite à l'intérieur des strates, soit de schistes, soit de grès ou de quartzites, qui s'y prêtent plus ou moins facilement par leur structure, et dans les fentes ou cavités qui peuvent y exister. C'est à cela qu'il faut attribuer aussi la formation de veines ou de poches quartzeuses, lesquelles constituent très souvent les gîtes aurifères, quartz tantôt blanc, tantôt noir et caractéristique, d'une grande partie des gisements de De Kaap. La couleur noire de ce quartz peut être attribuée à des particules bitumineuses qui jouissent de la propriété de précipiter l'or; on a constaté dans plusieurs gîtes aurifères du Transvaal la présence de ces particules charbonneuses.

Les fissures aurifères sont donc limitées dans le sens de leur alignement, elles doivent l'être également dans le sens de leur profondeur ; nous verrons cependant que, lorsqu'il y a une concentration véritable en un point, elle paraît se développer beaucoup plus en profondeur qu'en direction.

Pour décrire les mines que nous avons visitées dans ces districts, nous suivrons l'ordre de l'est à l'ouest, en commençant par la première bande de strates, qui va des Three Sisters à Sheba hill et à Moodie's et paraît continuer jusqu'à Carolina ; puis nous décrirons la seconde bande depuis Pigg's Peak au Swaziland jusqu'à Steynsdorp sur le Komati.

§ 1. — Barberton ou De Kaap.

En suivant les reefs de Barberton sur la carte, *fig.* 1, Pl. VI, on verra qu'ils forment cinq groupes distincts bien que paraissant se prolonger les uns les autres. Ces

groupes sont les Three Sisters, Sheba hill, North Kaap, Barberton et Moodie's.

Les travaux entrepris aux Three Sisters (Adamanda, Weenen County, Edward's claims), bien qu'encore peu importants, ont paru mériter une certaine confiance. Cette région n'est qu'à quelques heures à cheval de la station de chemin de fer de Kaapmuiden. Au sud-ouest on rencontre deux autres bandes de reefs parallèles dirigés est-ouest, l'un au nord comprenant la série des reefs Imperial et Lily encore mal reconnus, l'autre au sud comprenant ceux de French Bob. Lily est un banc de quartzites et schistes, puissant de 6 à 8 mètres, mais pauvre; de même French Bob, où l'on espérait monter une batterie de 60 pilons.

Les autres zones aurifères de Barberton figurent une sorte de S dont la partie centrale est dirigée nord-sud, et les deux autres est-ouest; ces deux dernières sont prolongées au-delà de la partie centrale par deux autres zones aurifères : celle du nord s'appelle North Kaap et, en se recourbant vers le nord, va rejoindre une formation différente de celle de Barberton, à Barrett's Berlin; celle du sud va passer au sud de French Bob. Les choses se passent comme si la série d'alignements montagneux parallèles avait été recoupée par un nouveau plissement perpendiculaire, et c'est ce dernier mouvement qui forme Sheba hill, comme nous allons le voir.

1° **Sheba hill.** — Les montagnes désignées sous le nom de Sheba hill ont une allure tout à fait remarquable; leur constitution est la même que dans tout le district de Barberton, et ces dernières sont riches aussi en nombreuses zones aurifères, mais l'allure qu'ont les formations sur la Sheba hill se prête beaucoup mieux à une grande extension de ces zones. En effet, vu d'un des sommets, l'ensemble montagneux dévoile les alignements

parallèles venant tous se recourber à l'entrée de la grande plaine qui s'appelle la vallée de Kaap, et les centres de cette série d'arcs de cercles sont tous très voisins d'un même point tout autour de la mine célèbre qui porte le nom de Sheba. Par suite, toute cette région porte les traces de fractures et de dykes éruptifs bien plus nombreux que le reste de la chaîne, et ces fractures sont également convergentes : il faut certainement voir dans ce phénomène une explication de la plus grande richesse en or de Sheba hill, et l'étude séparée des reefs la mettra encore plus en lumière. Mais, avant d'étudier cette région si tourmentée, nous dirons quelques mots des reefs situés dans la zone où les alignements montagneux sont encore peu accidentés; le plus travaillé jusqu'à présent est celui de Royal Sheba qui n'est guère qu'à 2 milles de la station de chemin de fer d'Avoca.

Royal Sheba se trouve près de l'extrémité est de la chaîne de Sheba hill ; il y a là de puissantes assises de quartzites, grès et schistes imprégnés de fer oxydé et de pyrites et, tout le long de cette assise, une zone puissante de 10 à 12 mètres renferme de l'or dans la proportion moyenne assez régulière de 7 grammes à la tonne, et sur une longueur de 450 mètres environ.

L'inclinaison moyenne de ce banc est de 60 à 70° vers le sud, il est formé principalement de quartzites, mais aussi de grès et schistes, et on peut le suivre, bien qu'avec des épaisseurs et richesses variables non seulement jusqu'à la Sheba, mais encore au-delà de Barberton, à Moodie's avec des caractères très semblables, et malgré les dykes et les fractures.

Avant d'arriver à la Sheba, ce banc a été un peu travaillé à la *Great She*, mais sans grand succès. De part et d'autre, on a mis à jour quelques autres bandes aurifères, mais beaucoup plus minces et paraissant sans valeur.

La *Sheba* à laquelle nous arrivons est la mine la plus ancienne et la plus célèbre du Transvaal, et elle le mérite, puisqu'en neuf ans, depuis sa découverte en 1886 jusqu'au 1er janvier 1896, elle a produit 300.000 onces d'or pour 200.000 tonnes passées au broyage. Elle a rendu souvent 4 et 6 onces à la tonne.

La formation générale de la Sheba, composée de schistes ardoisiers, de grès et de quartzites, est dirigée est-ouest et plonge, au sud, entre 50° et 62°. La série des assises est la suivante, en allant du nord au sud :

1° Blue bar : banc de couleur bleue formé de schistes talqueux avec une roche portant le nom local de *flint*, imprégné de pyrites et d'or libre, avec feldspath calcaire, chlorite et talc; les feldspaths sont parfois colorés en vert ou vert foncé et forment avec le talc vert comme des aiguilles rayonnantes. La puissance varie de 0m,60 à 4m,50, quelquefois plus, car ces roches pénètrent dans le reef même, en y introduisant la chlorite et le talc.

2° Reef composé de quartzite avec des ramifications plus ou moins épaisses et parfois réunies en un tronc massif, de quartz noir veiné de quartz blanc. Le quartz noir tient seul de l'or libre : on peut suivre de chaque côté l'or libre le long des veines de quartz blanc absolument stériles; ce quartz blanc tient cependant quelquefois un peu de pyrite. Les ramifications de quartz noir forment comme un dépôt d'origine secondaire dans le quartzite, le quartz blanc serait d'origine tertiaire. Certaines parties sont stériles, et il est difficile de les distinguer des parties riches, car alors le quartz noir devient stérile. De chaque côté des colonnes riches ou même des zones riches qui se réunissent parfois pour former un puissant massif aurifère, le banc de quartzites reprend l'allure générale des quartzites de la région, mais il y a comme une séparation assez nette par la présence de cassures parallèles suivant des plans de clivage, comme s'il y avait également

une direction du reef à peu près perpendiculaire à la direction des quartzites. Ce reef atteint, en effet, 22 à 23 mètres de puissance.

3° Quartzites très foncés sur 6 mètres d'épaisseur.

4° Schistes ardoisiers de 12 mètres à 15 mètres de puissance.

5° Conglomérat, véritable *banket* (*) à gros et petits galets, puissant de 5 à 16 mètres. Ce banket correspondrait à ceux du Witwatersrand auxquels il est tout à fait analogue. Il tient quelques grammes d'or à la tonne.

6° Schistes ardoisiers de la formation générale.

Le reef de la Sheba est donc composé de ramifications de quartz noir dans un banc de quartzites. Il est souvent difficile de le distinguer du quartzite encaissant et même des assises du mur qui le pénètrent à plusieurs mètres de profondeur, comme nous l'avons dit plus haut. En outre, on trouve quelquefois des débris du toit dans la masse du reef.

Comme pénétration du mur, il y a notamment aux 3° et 4° niveaux, un avancement de la roche encaissante dans le reef, produisant un plissement des schistes argileux, plissement qui aurait dû se produire par conséquent avant le remplissage des vides par le quartz minéralisé. Ce mur, d'ailleurs, est tout entier plissé ; à tous les niveaux, on remarque le laminage et la courbure des schistes, et les formes tourmentées de ces variétés de chlorito-schistes que les mineurs appellent ici flint et elvan. En outre et d'une manière générale, le reef paraît s'amincir en profondeur.

Ces faits et la présence des cassures que nous avons signalées plus haut tendraient bien à prouver que le reef est formé par l'ouverture de fentes et de vides lors du plissement qui s'est produit dans toutes les assises de

(*) C'est le nom local donné au conglomérat aurifère du Witwatersrand.

Sheba hill, plissement ayant produit une courbure vers le sud de toutes les couches dirigées est-ouest. L'origine minéralisée du remplissage serait due aux nombreux pointements de diorite de toute cette chaîne, au voisinage même des reefs, ayant produit en ces points comme une métamorphisation des schistes; il faudrait peut-être attribuer à cette roche l'allure du flint de la Sheba.

Les imprégnations aurifères se sont faites par colonnes, dont une principale qui varie de 12 à 22 mètres de puissance. Cette colonne est celle qu'on exploite à la Sheba. Elle suit l'inclinaison des quartzites vers le nord, mais, en outre, elle a une inclinaison propre de 70° à 75° vers l'ouest. Nous verrons que cette inclinaison pourrait avoir un rapport avec celle des reefs de fractures que nous observerons à Thomas et à Joe's Luck, elle paraît être dans leur prolongement. La longueur de cette colonne varie de 80 à 120 mètres; les essais continuels indiquent seuls où s'arrêtent les zones exploitables. Ces zones riches, une fois abattues, forment d'immenses vides dont le plus considérable dépasse 25.000 mètres cubes. Partout on trouve l'or à l'état libre, nous l'avons vu aux derniers niveaux, à 250 et 300 mètres au-dessous de l'affleurement.

Les autres colonnes riches: Edwin Bray, Oriental, Annie's Fortune, Nil Desperandum, sont beaucoup moins puissantes et moins riches. La direction de la colonne de la Sheba fait penser qu'elle peut rejeter toutes les précédentes en profondeur. Les recherches faites dans ce sens aux derniers niveaux permettront de les reconnaître et d'apprécier leur valeur. Annie's Fortune est en dehors de l'alignement est-ouest des trois premières mines, mais au nord sur le même ravin qu'Edwin Bray.

Le total des vides creusés dans les reefs de la Sheba dépasse une longueur de 6 kilomètres, dont 1.100 mètres en tranchées à ciel ouvert et 1.500 mètres de puits. Le

grand travers-bancs du 9e niveau, par où le minerai est conduit à la batterie, a 600 mètres de longueur.

Les minerais donnent, en outre de l'or libre, une proportion de 4 à 5 p. 100 de tailings pyriteux, tenant 7 à 8 onces d'or à la tonne. Les installations métallurgiques, batterie, cyanuration, moteurs électriques et hydrauliques, câbles de transmission, câbles porteurs, railway de 10 kilomètres de la mine à la station d'Avoca, sont très intéressantes, mais ce n'est pas le lieu d'en parler ici.

Comme on le conçoit d'après ce qui précède, toute la région qui environne la Sheba est sillonnée de reefs aurifères, particulièrement un ravin qui descend vers le nord-est et a reçu le nom de Golden valley. D'abord, le prolongement des bancs qui renferme les riches colonnes va en diminuant de puissance et forme des ramifications sur *Sheba matchless*, *King-Salomon*, *Last-Hope*, *Golden vein*, etc., toujours avec les mêmes caractères de quartz noir à veines blanches, etc. Il y a là comme un éparpillement en éventail des riches veines concentrées à la Sheba. Certains échantillons donnent 44 onces à la tonne. Les grès et quartzites à ramifications de quartz noir ont de 5 centimètres à 2 mètres de puissance ; en certain point, le reef, de 4 à 5 mètres de puissance, est un mélange gréseux et schisteux très imprégné de fer oxydé. On ne peut plus compter sur aucune régularité.

Pour donner une idée des reefs environnants, différents de celui de la Sheba, nous décrirons les principaux que nous avons vus, en allant à travers-bancs, du nord au sud.

Le plus au nord est celui de *Woodstock* près de la rivière de Kaap ou Queen's river. L'or se trouve dans des veines et veinules de quartz blanc intercalées dans des bancs de stéaschistes de 7 à 8 mètres de puissance ; en outre, ces schistes sont pyriteux et la pyrite est aurifère ; dans le quartz, l'or est surtout en placages, on trouve de

beaux échantillons. Il y a, en moyenne, 5 à 6 grammes d'or libre par tonne, et les concentrés, 4 à 5 p. 100 du minerai, tiennent un peu moins, soit un rendement total de 8 à 9 grammes. Ce reef, dirigé est-ouest et assez voisin de la verticale, plonge au sud, et a été reconnu par puits et galeries sur 800 mètres de longueur et 80 mètres de profondeur environ. Sur une partie de son parcours il est au contact d'une roche dioritique très foncée, véritable dyke dirigé vers le nord-ouest et paraissant s'épanouir vers la rivière de Kaap.

Ce même dyke va recouper au sud le reef de *Clutha* situé près du sommet des montagnes qui bordent la rivière; l'allure est la même qu'à Woodstock : à cause des fortes pentes on a pu explorer le reef jusqu'à plus de 100 mètres au-dessous des affleurements, mais les rendements étaient faibles. Cette couche de Clutha paraît s'étendre très loin.

Au sud-est nous rencontrons plusieurs reefs présentant des particularités remarquables, confirmant les caractères que nous avons déjà décrits. Ce sont ceux de *Thomas*, *Joe's Luck*, etc. Bien que n'ayant pas tous les caractères des filons de fractures, ils se dirigent du nord au sud à travers les assises sédimentaires, il n'y a cependant pas d'épontes nettes, et les deux parois encaissantes, en les suivant dans la roche, continuent à se briser suivant des plans parallèles au reef et presque perpendiculaires à la stratification. Ce sont des plans de clivage, et les reefs suivent ces plans de clivage. Il y a comme imprégnation minérale dans les assises, non pas en suivant leur stratification, comme c'est le cas général à Barberton, mais à travers ces assises en suivant les clivages. En outre, il existe bien des fractures, mais celles-ci ne sont pas occupées par des reefs, ce sont des dykes dioritiques qui les remplissent, et la venue aurifère paraît provenir de ces fractures pour imprégner ensuite les roches sédimentaires, comme nous venons de le dire. Ainsi que nous l'avons vu à la Sheba

même, les clivages parallèles existent de chaque côté des zones aurifères et semblent les limiter. L'inclinaison des colonnes riches correspond absolument à celle de ces clivages et à celle des fractures remplies par les dykes; les brisements ont pu se produire plus facilement le long de ces plans, de même que par le décollement des strates.

La colonne riche de *Joe's Luck* est une partie de ce reef qui traverse toutes les assises de grès et de quartzites, en allant de part en part dans la montagne dominant de 450 mètres le Queen's river; cette colonne n'a guère que 25 à 30 mètres de longueur sur 2 ou 3 mètres de puissance : elle a été exploitée jusqu'à présent sur 80 mètres de profondeur avec une teneur assez régulière dépassant 15 grammes et allant parfois à près d'une once. Cette colonne plonge d'abord à 70° vers le sud, puis revient vers le nord dans le reef lui-même qui est à peu près vertical, incliné de 80° à 90° vers l'est, inclinaison correspondant bien à celle de la Sheba. La gangue est de quartz gris translucide et noir, avec un peu de matière verte chloritique, l'or est dans les deux variétés de quartz; le quartz clair est nacré et à grains très fins; il y a, en outre, des veines de quartz blanc secondaires. L'or est à l'état libre; il existe de la pyrite assez abondante, mais presque stérile. Parfois, aux deux épontes, au milieu et par endroits, apparaissent des bandes argileuses provenant comme d'un frottement des parois, mais il n'y a pas de métamorphisme des assises, qui semblent bien se correspondre de chaque côté. La formation est plissée et plus irrégulière en profondeur : on y remarque la présence de la diorite et de la dolérite.

La colonne riche de *Thomas* a les mêmes caractères : située à 250 mètres à l'ouest de la précédente, elle n'a que 15 à 20 mètres de longueur; mais sa puissance atteint 4 mètres, depuis $0^{m},60$. Elle incline aussi au sud, puis au nord. Elle a été exploitée jusqu'à 40 mètres et reconnue

jusqu'à 60 mètres de profondeur. Sa teneur est, semble-t-il, la même, et les quartz se confondent avec ceux de Joe's Luck et de la Sheba.

Enfin, à *Victory hill*, dans la même *barre* de quartzites que les deux reefs précédents, existent des quartz absolument semblables dirigés nord-ouest—sud-est, inclinés 70° au nord-est à travers la formation; il y a également des imprégnations aurifères le long des assises, mais irrégulières; la montagne est coupée de ravins marquant les places des fractures; certains points avaient donné de grandes espérances. Il y a là une courbure des assises dont le centre est dirigé vers la Sheba, comme les précédents reefs. Les reefs s'appellent *Eureka*, *Victory*, *Equefa*, *Whell of Fortune*, etc. Avant d'être réunis pour favoriser leur exploitation, ils ont eu séparément des résultats variant de quelques grammes à plusieurs onces à la tonne. En bas de la montagne, au sud de la rivière, affleurent de gros dykes de diorite.

Avant de passer au sud de la Sheba, il y a encore quelques reefs intéressants à noter, situés à l'est, ceux de *Kimberley Sheba*, qui ont donné à l'origine 140 onces pour 23 tonnes broyées, résultat qui n'a pu être retrouvé, même de loin. Les assises de cette région ont encore une direction est-ouest et les deux reefs reconnus suivent la même direction : ils n'ont que $0^m,30$ à $0^m,60$ de puissance. Ce ne sont, comme au *King Salomon*, que des ramifications plus ou moins convergentes vers les bancs minéralisés de la Sheba.

Au sud des assises de la Sheba, viennent celles qui forment l'autre côté de la *Sheba creek* et où se trouvent les reefs de *Zwartkopjes*. Le premier découvert (en 1895 seulement) est à 450 mètres à l'ouest de la Sheba dans des assises distantes de 200 mètres de celles où se trouve la Sheba.

En allant de la Sheba à Zwartkopjes on traverse les

assises suivantes : 1° schistes et conglomérats ; 2° grès ; 3° Zwartkopjes reef formé de quartz blanc aurifère et d'un peu de quartz noir, puissant de 1m,20 à 1m,80; banc de quartzites ; 5° ardoises et grès. Le reef de Zwartkopjes n'est guère reconnu encore que sur 15 à 20 mètres de hauteur. L'or est en placages et nuggets dans le quartz blanc, et la zone rencontrée est si riche que deux broyages successifs sur 40 et sur 80 tonnes, soit en tout 120 tonnes, ont rendu 2.550 onces, soit plus de 21 onces à la tonne. Cette richesse exceptionnelle se trouve dans le prolongement d'une des cassures du nord de la Sheba, et elle est elle-même près d'un ravin. Un dyke de diorite dirigé nord-sud est au voisinage du reef.

A 800 mètres à l'ouest de ce reef et dans la même formation dirigée est-ouest, on a récemment découvert une nouvelle poche où les échantillons ont donné 40 onces à la tonne. C'est *Zwartkopjes West*. Il est possible qu'on en découvre d'autres : tous ces voisinages immédiats des colonnes riches de la Sheba doivent posséder des éparpillements de la grande concentration d'or qui s'y est produite, et, de fait, il y a comme un cercle de poches riches tout autour, aux quatre points cardinaux de cette mine. Nous avons eu l'occasion de visiter un assez grand nombre de fouilles dans cette région, et dans toutes on trouve de l'or, mais les travaux sont généralement trop insignifiants pour qu'on en puisse rien augurer. La Sheba est comme un centre d'étoilement de toute la formation qui se recourbe au sud de Victory hill.

Il y a cependant plus au sud une exploitation qui a donné quelques bons résultats : c'est l'Elephants Kloof. Il y a là deux zones riches dans un banc de quartzite qui traverse tout un alignement montagneux ; les zones riches ou reefs sont au sommet des quartzites et leur sont parallèles en direction : en inclinaison elles les recoupent en passant à travers des schistes et des grès. C'est encore

une direction de clivage comme on en retrouve partout dans toutes ces roches. Un de ces reefs est d'ailleurs irrégulier et se relève pour replonger ensuite : on remarque aux affleurements de la diorite en boulders. L'épaisseur imprégnée estde $0^m,80$ à 1 mètre, la longueur est de 150 mètres environ pour l'un, de 50 pour l'autre; la profondeur reconnue est de 25 à 30 mètres. Le rendement, en triant le minerai, à vrai dire, a été de 4.360 onces pour 5.000 tonnes; en moyenne, il paraît varier entre 10 et 15 grammes.

2° **North Kaap.** — Les formations situées au nord de la rivière de Kaap ou Queen's river ne subissent pas l'inflexion vers le sud produite à Sheba hill; elles forment, au contraire, une suite de montagnes qui continuent à se diriger vers l'est en se recourbant cependant, mais insensiblement, vers le nord-ouest. Presque perpendiculairement à ces montagnes, on observe une série de promontoires montagneux qui partent de la chaîne pour aller mourir vers le centre du vaste cirque qui forme la vallée de De Kaap. Ces nouveaux alignements sont presque uniquement formés de diorites : une de ces diorites, près de l'auberge de North Kaap, a des caractères assez spéciaux, les éléments y sont de très grandes dimensions; elle perce à travers le granite qui forme le centre de la vallée de De Kaap et le versant nord des monts de North Kaap.

Cette région étant beaucoup moins intéressante que la précédente, nous la parcourrons rapidement.

A *Consort*, presque en face de Woodstock, il y a deux reefs de pyrite arsénicale aurifère séparés par un banc de quartzite. Dans le premier, incliné à 50° au sud, dirigé est-ouest et suivant la formation, une colonne riche a été reconnue avec des parties irrégulières sur 240 mètres de hauteur; cette colonne est inclinée vers l'ouest à 75°

environ; le minerai est un quartz gris intercalé dans les schistes et imprégné de pyrite arsénicale et de mispickel, avec un peu de galène et de blende, et parfois de riches nuggets d'or. Le toit est de quartzite et de schiste, le mur est de quartzite; la puissance du reef est de $1^m,20$ en moyenne: la pyrite est généralement très fine; les concentrés sont souvent très riches. Le second reef n'est encore reconnu que par un puits incliné de 50 mètres suivant le pendage du reef, 40° vers le sud; il a $1^m,50$ de puissance et les mêmes caractères que le précédent. Sa situation au pied de la montagne ne permet de l'exploiter que par puits. Le rendement moyen a dépassé longtemps 16 grammes au moulin seulement. Cette mine a produit près de 600 onces d'or.

Le reef d'*Albion* dans les schistes talqueux est également formé d'intercalations de quartz blanc pyriteux dans les schistes, sur une épaisseur de $1^m,50$ à 2 mètres; on en a tiré environ 2.000 onces d'or.

Plus au nord-ouest, à *North Sheba*, un reef de quartz extrêmement pyriteux est intercalé dans les schistes; il est très redressé; sa puissance atteint $2^m,50$, et il est reconnu sur près de 100 mètres de hauteur verticale. Les concentrés sont riches, mais d'un traitement difficile. En cette région, la zone schisteuse et gréseuse n'a pas plus de 1 à 2 kilomètres de largeur entre les granites qui la limitent de chaque côté. Ces schistes renferment d'autres intercalations de quartz plus ou moins aurifères, comme à *Madeline;* c'est un quartz bleu dans les schistes chloriteux eux-mêmes veinés de quartz, et tenant aussi un peu d'or au contact du reef. Le reef varie de $0^m,50$ à $1^m,20$, il se coince à ses extrémités; ce ne sont que des remplissages par décollement des strates; la teneur de tous ces reefs est faible, quelques poches seulement sont un peu plus riches, mais on peut trouver de l'or dans toute la chaîne, depuis Consort, et même depuis la station d'Avoca,

jusqu'à l'extrémité de la formation des schistes et grès, au nord-ouest de Madeline, à la montagne du Kantoor.

Au Kantoor, c'est une autre formation qui vient se superposer à celle que nous avons décrite, et qui est la plus ancienne du Transvaal, les couches dites de Swaziland ou de De Kaap. La nouvelle formation qui la surmonte est composée d'abord des *grès et conglomérats*, dits de Table Mountain et du Witwatersrand, rencontrés déjà au sommet des montagnes de la Sheba, où ils sont aussi légèrement aurifères, puis la *formation dolomitique* de Lydenburg.

Au Kantoor, un lit de conglomérat ou *banket* a rendu 6 à 7 grammes par tonne (*Coetzestroem*) ; ces dépôts sont associés à des grès, schistes et quartzites, du même horizon que ceux du Witwatersrand. Ils sont très voisins de la surface et tiennent de l'or très fin. Mais on a surtout exploité des dépôts de *gravier* à or fin, tenant quelques nuggets, à *Barett's Berlin :* on a trouvé un nugget de 60 onces à Barrett's, un de 100 onces à Waterval, etc. Il y a aussi des alluvions récentes à Barrett's et à Kantoor où l'on trouve des débris de trapps, sables, argile, fer, etc., reposant sur des quartzites. L'or est à l'état grossier en nuggets, portant des traces de cristallisation. On remarque de nombreux dykes de diorite, quelques-uns sont aurifères. Cette région a produit (1er janvier 1896) près de 30.000 onces d'or, provenant surtout des *gravels* et alluvions. De nombreuses recherches ont été faites de tous côtés, et récemment dans la série dolomitique correspondant à celle de Lydenburg ; en nombre de points on a trouvé de l'or, mais jamais de manière à entreprendre des travaux importants ; il semble que les enrichissements locaux et très limités, qu'on trouve assez souvent, proviennent d'une sorte de concentration superficielle, peut-être due aux érosions. Les couches au Kantoor sont géné-

ralement peu inclinées, et présenteraient certaines facilités d'exploitation, comme à Lydenburg.

3° **Barberton.** — A l'est et au sud-est de la petite ville de Barberton, il existe toute une série de reefs dans les assises de schistes et de grès. La direction générale des couches est à peu près est-ouest, il y a cependant plusieurs alignements dirigés nord-sud du côté de la Sheba, et renfermant aussi quelques reefs, c'est-à-dire quelques intercalations de quartz aurifère, mais il n'y a pas là toute une série de reefs et de fractures, comme à la Sheba ; les collines qui viennent rencontrer les alignements est-ouest sont de bien moindre importance que ces alignements montagneux ; ceux-ci, comme le Saddleback hill, dépassent 1.400 mètres, soit 600 mètres plus haut que Barberton. La Sheba hill a 1.200 mètres d'altitude.

Derrière Barberton les reefs présentent des caractères très semblables, nous en avons vu plusieurs ; et un fait qui est frappant, c'est de retrouver là un quartz noir absolument identique à celui de la Sheba, mais il est loin d'atteindre le même développement : il n'y a plus que des veines de quelques centimètres dans les schistes ou parfois des ramifications dans les quartzites. Certaines parties ont une teneur élevée.

A *Oratava*, on a extrait environ 1.500 onces d'or. A *Golden Crescent*, le quartz noir aurifère atteint 4 mètres de puissance, mais va en s'évanouissant en profondeur et en direction ; à son maximum de puissance il est séparé en deux parties par une intercalation des grès de l'encaissement. C'est comme une double ouverture des couches schisteuses et gréseuses.

A la *City of Grahamstown*, le quartz noir forme des ramifications qui s'évanouissent dans le quartzite ; il a dû cependant former un noyau assez puissant dans la zone exploitée, car celle-ci, à flanc d'une montagne très escar-

pée, est remplacée par une excavation verticale haute de 60 mètres, profonde de 40 à 50, large de 1 mètre à $1^{m},50$. On a tiré de là 2.500 tonnes environ, qui ont rendu 3.000 onces. Les quartzites sont aussi légèrement aurifères au contact du reef. Malheureusement on ne peut compter sur aucune continuité avec de tels reefs.

4° **Moodie's.** — En allant de Barberton aux montagnes de Moodie's on traverse encore de nombreuses fouilles où l'on a recueilli soit du quartz blanc, soit du quartz noir, toujours plus ou moins aurifère. Cette zone de Moodie's forme une longue bande assez semblable à celle de North Kaap, large de 2 à 3 kilomètres à peine, intercalée comme elle de chaque côté dans le granite, d'inclinaison très redressée, et divisée en plusieurs zones aurifères très minces, ne dépassant pas 20 à 30 mètres ; et encore dans ces zones si minces ne trouve-t-on souvent que des veinules de quartz aurifère de quelques centimètres.

En partant de Barberton et s'éloignant vers l'ouest, on suit ainsi une série de reefs : nous avons visité les suivants, qui sont les plus intéressants :

Abbott's est un reef de quartz blanc intercalé dans des schistes ardoisiers très compacts. Le minerai est un peu arsénical et, par suite, d'un traitement difficile : il a rendu 15 à 16 grammes aux moulins.

Great De Kaap (ne pas confondre avec l'ancienne *Agnès* qui est sur la rive gauche du même ravin, mais plus en amont) est intéressant. C'est un puissant banc de quartzite situé au-dessous des schistes de Moodie's et plongeant en sens contraire, c'est-à-dire au sud ; il est très redressé. Il correspondrait au banc de quartzite de la Sheba et de Royal Sheba, s'il est permis d'assimiler absolument les formations de Sheba et de Moodie's. De la sorte, les formations de Moodie's formeraient une sorte de toit aux pentes inclinées de chaque côté vers le granite. Ce banc

de quartzite est imprégné d'or sur 45 à 50 mètres d'épaisseur; une coupure qu'on a faite tout le long de la falaise et une galerie de 12 mètres dans le rocher ont donné une moyenne de 6 à 7 grammes par tonne; mais plus bas dans le ravin, la teneur paraît être inférieure. L'ancienne mine *Agnès* n'a que des filets de quartz dans les schistes.

Arrivant aux crêtes des montagnes de Moodie's, formant des alignements parallèles est-ouest séparés par des ravins, il faut y distinguer deux zones de schistes où l'on a découvert de l'or, l'une au nord, renfermant les reefs *Pioneer*, l'autre au sud renfermant les reefs *Ivy ;* elles ont, l'une 100 mètres environ, l'autre 30 à 50 mètres de puissance, et sont distantes de 1.500 à 2.000 mètres séparées par des assises schisteuses.

Ces zones ne sont d'ailleurs très tranchées qu'au Pioneer et à Ivy-Woodbine. Plus à l'ouest il y a plus d'incertitude et elles semblent se rapprocher vers Montrose et Weltevreden.

Les reefs de *Pioneer* sont dans les schistes chloriteux verts à feldspath, spath calcaire et quartz. Leur couleur verte très accentuée rend ces schistes bien visibles de loin. Le reef forme une à cinq bandes de quartz très blanc, parallèles aux schistes et comprises dans 1 mètre à 1^{m},50 de largeur. A 160 mètres au-dessous de l'affleurement, dernier niveau atteint par un travers-bancs de 245 mètres (en avril 1896), ce quartz traverse les schistes, mais à un angle très obtus, 8° à 10° seulement, comme si le décollement des feuillets schisteux avait rencontré des difficultés et produit un léger brisement. Le quartz est très blanc, opaque, granulé, mais non saccharoïde, il tient de l'or libre, parfois en beaux nuggets, de la pyrite tantôt fine et tantôt grossière, un peu de tellure. L'épaisseur varie de quelques centimètres à 1^{m},20.

On a découvert, sur une longueur de 200 mètres, quatre colonnes riches presque verticales; la plus longue

a 50 à 60 mètres. Mais on peut suivre les prolongements de ce reef sur 1.900 mètres de longueur, et on y a trouvé d'autres colonnes riches à *Whitehead* et à *Tigertrap*, reprises maintenant par la même compagnie avec *Pioneer ;* on a creusé près de 5 kilomètres de galeries dans ces trois mines. Les affleurement sont été enlevés sur 12 à 15 mètres de profondeur et sur des longueurs qui atteignent au total plus de 600 mètres ; ces excavations, larges de 1 mètre à 1^{m},50, forment à flanc de coteaux de grandes coupures marquant nettement et de loin la présence des reefs. Mais ce ne sont partout que des intercalations de quartz.

Les affleurements ont été très riches, ils ont toujours dépassé 2 onces à la tonne et beaucoup d'échantillons étaient remarquablement beaux : actuellement on ne dépasse guère une demi-once, sans le traitement des tailings, mais avec un triage obligatoire, puisqu'on est limité à n'enlever que le quartz ; les schistes sont parfois un peu aurifères, mais seulement au contact du reef.

Dans la même zone de schistes et de l'autre côté du ravin, au sud, on trouve un reef nommé *Union* formé de veinules de quartz dans les schistes allant de 0^{m},30 à 5 mètres de puissance. Dans son prolongement on a trouvé des veines de quartz noir absolument semblable au quartz noir de la Sheba et aurifère, mais ce reef nouveau est encore mal étudié. On trouve d'ailleurs ce quartz noir dans plusieurs autres fouilles sur les montagnes de Moodie's.

De cette zone aurifère, Pioneer, Union, etc., on a tiré plus de 40.000 onces d'or (janvier 1896).

Dans la seconde bande aurifère de Moodie's, trois mines se suivent sans interruption : ce sont Woodbine, Agnès Block et Ivy. Il existe d'autres fouilles de chaque côté au-delà, mais elles n'ont pas d'importance pour le moment.

A *Woodbine*, la formation est de schistes inclinés à 86° vers le sud. Notons, en passant, qu'ils sont surmontés

de conglomérats dont on remarque les affleurements sur les sommets de la montagne. Le reef est une veine de quartz blanc et noirâtre, l'or existe dans les deux variétés, davantage cependant dans le quartz noir. Sur une largeur de 50 à 60 mètres, il y a trois bandes minéralisées, le reef de Woodbine est dans celle du nord. Celui d'Agnès que nous verrons ensuite, est dans celle du milieu, et celui d'Ivy dans celle du sud : ils sont dirigés est-ouest.

La richesse du reef est répartie par colonnes. On exploite à Woodbine deux colonnes parallèles, toutes deux inclinées à 70° à l'est, en outre de l'inclinaison propre du reef, 86°. La puissance exploitée est de $1^{m},20$ à $2^{m},70$. Les longueurs respectives des colonnes sont de 21 à 26 mètres ; leurs profondeurs actuelles sont de 90 à 120 mètres depuis l'affleurement, mais elles continuent au-delà du dernier niveau actuel. Une galerie de recherche en direction a rencontré d'autres colonnes paraissant dignes d'attention ; ces recherches se font par travers-bancs à droite et à gauche de la galerie en direction, car la bande riche qui est si mince change parfois de plan, mais sans dépasser une dizaine de mètres. Les rejets sont nombreux, mais sans importance.

Dans les ravins affleurent d'énormes dykes de diorite nettement caractérisée.

On a obtenu déjà environ 7.500 onces, à la moyenne de 24 grammes par tonne environ dans les colonnes riches ; ces colonnes sont particulières, à cause de leur faible durée de longueur comparée à leur continuité relative en profondeur. C'est un cas très semblable à celui de la Sheba, avec de bien moindres proportions : nous l'avons noté au Pioneer et le retrouverons à Ivy ; cela est donc un caractère assez général dans les bonnes zones du district de De Kaap.

Les formations sont plus brouillées à *Agnès Block* : ce sont des veines de quartz blanc, 3 ou 5 en moyenne sur 8 à

15 mètres d'épaisseur de schistes très redressés. C'est un véritable éparpillement de veines aurifères, et l'ensemble donne une teneur moyenne très pauvre, alors que de chaque côté, à Woodbine et à Ivy, il y a plutôt une concentration des veines. Les schistes aussi tiennent de l'or, et on trouve des poches très ferrugineuses qui sont plus riches, mais très limitées. En outre, il y a des rejets et des courbures des assises qui ajoutent de nouvelles difficultés. On a exploité à ciel ouvert sur 250 à 300 mètres de longueur ; en profondeur les travaux deviennent trop coûteux. Les concentrés se traitent par la cyanuration, qui réussit assez bien.

Ce sont toujours les mêmes schistes à *Ivy*, mais la formation redevient plus compacte, et la bande aurifère très étroite. Il y a également plusieurs colonnes riches, qui atteignent près d'un mètre de puissance, mais le plus souvent il n'y a qu'un filet de quartz de 1 à 2 centimètres contenant de l'or visible en abondance. Dans la mine même on peut suivre l'or visible à la lampe tout le long du toit dans les galeries en direction. Les deux colonnes riches sont presque verticales dans le reef, et elles rendent près d'une once à la tonne pour des abatages de $0^{m},60$ à 1 mètre d'épaisseur. Ces colonnes riches ont, l'une 27 à 30 mètres, l'autre 70 mètres, et arrive à 200 mètres de longueur ; elle est irrégulière ; leur profondeur verticale actuellement reconnue est de 150 mètres environ ; mais, comme elles sont inclinées dans la direction du reef vertical, à un angle variant entre 33° et 45°, la profondeur en inclinaison reconnue est de 280 à 300 mètres ; cinq niveaux d'exploitation ont été ouverts dans ces colonnes, les deux niveaux supérieurs sont entièrement abattus, et les autres plus ou moins partiellement. Il est possible qu'on découvre de nouvelles poches riches, bien que les travaux de développement n'aient encore rien rencontré.

Cette zone, de Woodbine à Ivy, a produit plus de

35.000 onces d'or. Avec Pioneer, c'est ce qu'on a trouvé de plus riche sur les montagnes de Moodie's.

Au ***Mount Morgan***, dans une bande aurifère atteignant 2^{m},70, on a extrait un minerai très pyriteux et arsénical, par suite d'un traitement difficile, qui a rendu cependant, pendant quelque temps, plus de 20 grammes au moulin.

Au ***Montrose***, on a creusé environ 1.400 mètres de galeries et 300 mètres de puits dans deux reefs de 0^{m},60 à 1 mètre, reconnus jusqu'à 120 mètres de profondeur. Comme pour le précédent, la pyrite est réfractaire, et les rendements sont tombés d'une once à 5 ou 6 grammes. On a tiré de cette mine près de 10.000 onces d'or.

Enfin, tout à fait à l'extrémité ouest de Moodie's, à ***Weltevreden***, on a trouvé encore du quartz aurifère dans les schistes.

Au total, les montagnes de Moodie's ont produit plus de 100.000 onces, soit 3.000 kilogrammes d'or.

Il est impossible de quitter Moodie's sans dire un mot de la compagnie dite *Moodie's Company*, qui est propriétaire de toutes les mines ; sa propriété comprend 13 fermes, soit 32.000 hectares; elle la fait exploiter par 9 compagnies (une seule jusqu'ici, Ivy, a donné des dividendes) et plus de 30 *tributeurs*. Elle leur fournit, sur leur demande, une force motrice électrique par son usine centrale située sur la Queen's river, et ses câbles de transmission dont la longueur totale dépasse 40 kilomètres. On lui reproche de faire payer trop cher ses licences (le quadruple de celles que demande le gouvernement boer). Pour des exploitations en voie d'installation, c'est une erreur que d'exiger trop de dépenses ; il vaudrait mieux leur demander davantage lorsqu'elles sont en pleine marche et font des bénéfices.

Le total de la production en or des champs d'or de De Kaap, au 1er janvier 1896, était de 499.303 onces.

§ 2. — Carolina.

Nous n'avons fait qu'une course très rapide dans cette région et ne pourrons entrer dans beaucoup de détails. C'est la continuation vers l'ouest des montagnes de Moodie's, de part et d'autre de la rivière le Komati en se dirigeant vers la petite ville de Carolina. La région dont nous voulons parler est à peu près à égale distance de Barberton et de Carolina, sur le Komati river et son affluent le Buffelspruit.

Sur les fermes *Johannes Rust* et *Gevonden*, on voit un reef presque vertical et dirigé du nord-ouest au sud-est, d'épaisseur variant de $0^m,10$ à $0^m,90$, et dont on peut suivre les traces sur plusieurs kilomètres. Ce sont, comme à Moodie's, des intercalations dans les schistes. Sur la ferme *Stolzberg* existent des reefs semblables et de mêmes caractères, épais de $0^m,15$ à $0^m,30$. Sur la ferme *Avontuur*, on compte plusieurs reefs de même nature, et l'on trouve de magnifiques échantillons d'or libre. Malheureusement, les travaux faits sur toutes ces propriétés sont encore trop insignifiants pour qu'on en puisse rien préjuger. Tout ce qu'on peut dire, c'est que les puissances des reefs sont très restreintes, et que la richesse paraît loin d'être répartie d'une manière continue.

Ce district de Carolina n'a guère produit encore qu'une centaine d'onces d'or.

§ 3. — Steynsdorp et le Swaziland.

Les formations de Steynsdorp sont tout à fait semblables à celles de De Kaap. Les reefs sont de quartz blanc intercalé dans les schistes et stéaschistes (couches du Swa-

ziland), mais ils paraissent manquer de continuité et d'étendue plus encore qu'à Moodie's.

En allant de Barberton à Steynsdorp, on traverse une ferme nommée aussi *Avontuur*, où l'on a trouvé plusieurs reefs aurifères qui ont donné de grandes espérances.

A Steynsdorp, le reef nommé *Unity* ne dépasse pas $0^m,40$ et $0^m,50$ et, le plus souvent, il n'a que quelques centimètres : la teneur est très variable, on a trouvé de beaux spécimens. Il a été reconnu sur près de 200 mètres de longueur et 60 de profondeur. Il est oblique par rapport aux assises de schistes, comme celui de Pioneer à Moodie's. Le quartz est très blanc et vitreux.

Le reef *Comstock*, qui paraît être prolongé à *Nonpareil*, arrive à $1^m,60$ de puissance, il est formé de quartz blanc et gris suivant parallèlement la formation schisteuse ; il est très redressé, 70° à 80°, et devient tout à fait pyriteux à faible profondeur ; on l'a reconnu aussi à 60 mètres de profondeur. Les concentrés paraissent devoir être plus riches que le minerai à or libre. 120 tonnes ont rendu 59 onces d'or libre, et les concentrés à l'essai tiennent près d'une once.

Le *Gipsy Queen* a semblé aussi, à l'origine, devoir arriver à de bons résultats : la zone aurifère était assez large. Il y avait de beaux échantillons.

Une des raisons qui ont fait croire à la possibilité de travailler avec profit à Steynsdorp, c'est la proximité et l'abondance de l'eau.

Forbes reef et *Pigg's Peak* sont de l'autre côté de la frontière du Swaziland. Le *Forbes reef* avait produit plus de 36.000 onces au 1er janvier 1896. C'est un très puissant dépôt argileux à veines de quartz. On l'exploite à ciel ouvert : la teneur est de 3 à 4 grammes.

Le reef de *Pigg's Peak* est un large banc de quartzite et grès dans lequel on exploite deux colonnes riches ; la puissance est irrégulière, elle atteint 10 mètres. Mais

beaucoup d'autres veines ont été explorées avec de brefs succès. En 1890, dans ces poches riches, on a broyé 60 tonnes ayant rendu près de 3.000 onces; mais ce sont des exceptions trop rares, le rendement moyen ne dépasse guère 12 à 15 grammes.

Enfin, au *Mac Lachlan's* reef, au nord-est de Pigg's Peak, on trouve un large banc de schistes veinés de quartz, de 3 mètres d'épaisseur.

CHAPITRE II.

Lydenburg. — Pilgrim's Rest.

(Pl. VII.)

Bien que les champs aurifères de De Kaap fassent partie du district de Lydenburg, nous les avons décrits séparément, car les formations de ces deux régions sont absolument différentes, l'or y apparaît dans d'autres strates, et sous une allure tout à fait distincte.

Les champs d'or de Lydenburg sont les plus anciennement connus du Transvaal (*), ce sont eux qui ont les premiers attiré l'attention sur ce pays par la présence de l'or en quantité exploitable ; les quelques fouilles que l'on avait faites auparavant, à Marabastad et à Ersteling, étaient sans avenir. Mais il s'agissait surtout alors d'alluvions ; depuis lors, on a découvert les reefs d'où paraissent provenir ces alluvions ; de même, il est intéressant de décrire d'abord les alluvions et de dire en quelques mots leur histoire, puis de tracer la géologie générale de la région, avant d'arriver à la description des reefs.

(*) Carl Mauch avait découvert auparavant (1866-1867) les champs d'or du Tati et du Mashonaland.

1° **Les alluvions.** — Dès 1868, Carl Mauch avait signalé la présence de champs d'or de ce côté du Transvaal, mais à 70 milles au nord-nord-est de la petite ville de Lydenburg fondée en 1849, ce qui correspond plutôt au *Murchison Range*. En décembre 1871 furent découverts les alluvions et les reefs de Marabastad et Ersteling, à 100 milles au nord-ouest de Lydenburg, mais aucune de ces deux découvertes ne fut suivie d'un développement immédiat, et, à l'heure actuelle encore, ils sont de loin dépassés par ceux de Lydenburg. A la fin de 1872, vinrent les premiers pionniers de Lydenburg, et, dès février 1873, ils envoyaient les premiers nuggets d'or au Landdrost de Lydenburg, puis à Prétoria. La ville de Lydenburg est à 1.700 mètres d'altitude, sur le bord est du grand plateau central de l'Afrique du Sud, là où commencent les vallées qui se dirigent vers l'Océan Indien, et qui sont les plus pittoresques du Transvaal : les trois principaux champs d'alluvions, Pilgrim's Rest, Mac Mac et Spitzkop, sont situés dans de très beaux paysages, arrosés par des rivières et des cascades (*). La situation de ces alluvions, précisément au pied des premières pentes du grand plateau central, les rendait éminemment propres à être les lieux de concentration de l'or provenant de toute une vaste région. Il serait intéressant de rechercher pourquoi c'est la vallée de la Blyde, plutôt que celle d'Origstadt, située à l'ouest, qui a rassemblé le plus d'alluvions aurifères, et cette question peut être résolue par l'étude des terrains que traversent ces rivières ; ceux de la Blyde paraissent plus décomposables, et cette vallée serait antérieure à l'autre. Quoi qu'il en

(*) Plusieurs de ces cascades sortent de cavernes creusées dans le rocher. L'une de ces cavernes, vide aujourd'hui, est longue de plusieurs kilomètres. Les noirs y cherchaient autrefois un refuge avec leur bétail pendant les guerres entre tribus. C'était évidemment le lit abandonné d'une ancienne rivière, passant au travers des rochers.

soit, cette position des champs d'alluvions est un fait que l'on ne devra pas perdre de vue pour l'étude de l'origine de l'or qu'ils renferment, car il se présente des difficultés, comme nous aurons occasion de le voir. Pilgrim's Rest est à plus de 1.500 mètres, Mac Mac est à 1.400, et Spitzkop à près de 1.800 mètres, sous une cime haute de 2.000 mètres, altitudes inférieures de 300 mètres seulement à celle du plateau central. Les champs d'alluvions s'étendent du nord au sud sur une longueur de près de 100 kilomètres. Tous les ravins des monts du Drakensberg aboutissant soit à la Blyde, soit à la Sabie river, possèdent des alluvions aurifères.

En avril 1873, on avait trouvé une série de nuggets valant environ 800 francs, et ces découvertes étaient faites avec les moyens les plus barbares, par des gens sans expérience et sans ressources pour vivre, dans un pays d'un abord alors très difficile, car il n'y avait pas de routes, mais très sain à cause de son altitude élevée. On trouvait l'or à $0^{m},60$ ou $0^{m},80$ au-dessous du sol, sous une terre rouge argileuse, dans un gravier formé de quartz, de calcaire, dolomie, débris schisteux, etc. ; le quartz était aurifère. Ce gravier était parsemé de gros blocs ou boulders qu'il fallait déplacer, et les plus belles trouvailles étaient faites sous ces blocs. Après les succès venaient les revers, il se passait parfois des semaines sans qu'on fît une trouvaille. La découverte de Mac Mac fut suivie de celle de Spitzkop, puis de celle de Pilgrim's Rest (Repos du Pèlerin) qui effaça les autres par sa plus grande importance. On trouva d'abord des nuggets de 16 et de 22 onces (à 95 francs l'once, car l'or était très pur), puis de 30 onces, et un de 24 livres ; cette dernière trouvaille fut la plus considérable. Puis vint le tour de l'or en poudre qu'on apporta peu à peu par kilogrammes à Prétoria. Certains mineurs recueillaient plusieurs onces par jour; leur principale difficulté consistait à remuer les

gros blocs situés dans les alluvions ; quelques-uns firent rapidement des économies de 500 et 1.000 livres sterling. Il y avait 300 mineurs à la fois à Pilgrim's Rest, et il y en eut encore davantage en 1874 : on en a compté 1.500 dans les différents champs d'alluvions aurifères de Lydenburg ; ils avaient en réserve 1.000 onces d'or et plus. On se rend compte actuellement du grand travail qui a été fait en parcourant les criques de Pilgrim's Rest et des rivières environnantes sur plusieurs milles de longueur.

En 1874, on chercha encore plus au nord de Pilgrim's Rest, en aval sur la Blyde river et ses affluents, et l'on découvrit le champ d'or et les alluvions de Waterval, actuellement Lisbon Berlyn, et de *Rotonda:* on y trouva quelques nuggets, mais ils ne valurent jamais ceux de Pilgrim's Rest. En 1875, furent découverts les reefs de De Kaap ; puis, tous les progrès furent interrompus par la guerre des Boers avec Cekukuni, et par celle des Boers et des Anglais sur les frontières de la colonie de Natal. Après cette guerre, les Boers exigèrent des conditions très dures de la part des capitalistes, afin d'éloigner les Anglais de Lydenburg, mais cela ne servit qu'à leur faire découvrir à nouveau les champs d'or de De Kaap, où ils vinrent en grand nombre. En 1883, on essaya, mais sans succès, de fonder à Londres des compagnies minières sur les reefs de Lydenburg, et ce n'est que dernièrement, depuis 1895, que les champs d'or de Lydenburg ont repris leur ancienne faveur. C'est donc de 1885 que datent les compagnies qui possèdent actuellement la plus grande partie du district aurifère : on prétend cependant que certains reefs riches, connus autrefois, puis comblés, ne sont pas encore réouverts.

Les alluvions de Pilgrim's Rest, étendues sur plusieurs milles (10 kilomètres environ) sur le Pilgrim's Creek et ses affluents et sur 300 à 400 mètres de largeur, pré-

sentent de grandes difficultés pour un traitement par la méthode hydraulique, la rivière ne possédant pas des pentes suffisamment fortes pour le lavage sur une grande échelle. En outre, ces alluvions sont remplies de gros blocs très difficiles à déplacer, et l'or se trouve surtout sous ces blocs ou au pied de chutes brusques de la rivière, de 1 ou 2 mètres de hauteur. C'est ce qui fait dire que la crique est *patchy*, c'est-à-dire riche seulement par places, le reste étant vraiment d'une très pauvre teneur moyenne ; l'épaisseur de l'alluvion dépasse souvent 1 mètre, elle arrive à 3 et 4 mètres, mais elle est recouverte de terre argileuse rouge.

A *Mac Mac*, les facilités pour la méthode hydraulique sont bien plus grandes. Depuis les chutes de Picnic Falls jusqu'à Mac Mac Creek on pouvait établir une canalisation à courant rapide; il n'y a pas d'endroit plus favorable dans tout le district. Les alluvions sont de gravier assez fin et bien moins mêlé de gros blocs qu'à Pilgrim's Rest. L'or existe à l'état fin tout le long des terrasses qui bordent la crique : on a trouvé moins de nuggets qu'à Pilgrim's Rest, mais la moyenne de la teneur en or paraît être à peu près la même (*).

Nous allons décrire maintenant la géologie de la région précédente, la seule que nous ayons parcourue, c'est-à-dire de Pilgrim's Rest à Spitzkop, sur 30 kilomètres environ à vol d'oiseau. Nous ajouterons seulement quelques mots sur ses prolongements au nord et au sud.

2° Géologie générale. — Le district de Lydenburg, entre l'Oliphant river et le Crocodile river, est formé d'une série d'assises orientées à peu près nord-sud, parallèlement à la chaîne des montagnes de Drakensberg et aux rivières

(*) Les alluvions de Lydenburg passent pour avoir produit de l'or pour 12 millions de francs.

principales, Origstad river et Blyde river, et appuyées à l'ouest et à l'est sur le granite. L'inclinaison des assises dans la région aurifère est de 14° à 20° vers l'ouest.

Voici la série des assises telle que nous l'avons observée de Pilgrim's Rest à Spitzkop en partant de la base, soit de l'est à l'ouest :

1° Schistes et grès surmontés d'une couche siliceuse;

2° Schistes et grès avec un lit de conglomérats, 120 mètres ;

3° Schistes avec intercalations de dolomies et dolomies caverneuses, 200 à 250 mètres ;

4° Quartzites avec reefs de quartz, 6 à 10 mètres;

5° Assises dolomitiques, dont l'épaisseur varie de 200 à 600 mètres, avec intercalations de lits quartzeux aurifères, notamment à la base (Spitzkop et Mac Mac reefs) et près du sommet (Pilgrim's Rest reefs). Cette série, comme les précédentes, est traversée de roches éruptives trappéennes, en amas ou en lentilles décomposées ;

6° Grès, schistes et conglomérats avec quelques reefs quartzeux, 25 à 30 mètres ;

8° Schistes très compacts avec quartz, de 150 à 200 mètres ;

9° Au sommet, grès ayant subi les actions de dénudation et d'érosion, et formant généralement les sommets des montagnes.

En allant de là à l'ouest, dans la vallée de l'Origstad river, qui forme une assez profonde coupure dans ces terrains, on retrouve les sommets des couches dolomitiques, puis les couches du Swaziland, schistes, grès et quartzites.

La formation dolomitique aurifère s'étend sur près de 100 kilomètres en ligne droite, du confluent de la Blyde jusqu'au sud de Spitzkop, et en largeur, de l'est à l'ouest, elle varie de 3 à 10 kilomètres, avant de plonger sous les schistes et les grès.

Cette formation de Pilgrim's Rest peut être décomposée en trois dépôts principaux ; les grès de la base (lower sandstone) correspondant aux grès et conglomérats de Witwatersrand ; les dolomies (dolomitic limestone) correspondant aux couches de Klipriversberg ; les grès du sommet (upper sandstone) correspondant aux couches de Gatsrand, dans l'axe du Rand. On peut les suivre, d'ailleurs, formant un arc de cercle pour se diriger vers Petersburg, dans le Zoutpansberg, et affleurer de nouveau dans le Rustenberg jusqu'à Malmani, et même au-delà vers Blœmhof, Christiana et Kimberley. C'est toujours la même allure en arcs de cercle de tous les sédiments de l'Afrique australe, comme nous avons eu ailleurs occasion de l'expliquer. Au sud de Spitzkop, les dolomies, interrompues un instant au Crocodile river, reprennent près de Barrets' Berlin et de Coetzestroem, pour entrer de là dans le Zululand, et partout on y retrouve des quartz plus ou moins aurifères.

Le véritable quartz aurifère est cristallin et saccharoïde, tantôt compact, tantôt caverneux ; frappé au marteau dans la roche, il rend un son sourd tout à fait particulier, comme si les molécules grenues se pressaient davantage. Le quartz stérile est tout à fait brillant et soyeux, en grosses facettes cristallines et rend un son sec dur : quelquefois cependant, dans ce quartz stérile, on trouve des nuggets, mais il ne renferme jamais, même avec les nuggets, une proportion d'or comparable à celle du quartz saccharoïde, et surtout il n'a jamais la même continuité. Outre l'or, on y trouve quelquefois du fer, du cuivre, du manganèse ; le plomb et le zinc n'y paraissent qu'à l'état de très rares exceptions. La dolomie est tantôt compacte et tantôt caverneuse, elle est souvent cristalline, et forme des réseaux ou des cristallisations mamelonnées : celle qui encaisse les reefs riches n'a rien de particulier, et ne tient de l'or qu'au

contact même du quartz. Du moins, nous n'y avons rien remarqué qui la rendît facile à reconnaître.

A Frankfort, dont M. Stark a fait une étude particulière, la succession détaillée des assises est la suivante, en partant du sommet, soit de l'ouest à l'est, pour arriver aux granites de la base :

1° Grès du sommet ;

2° Linguage's reef : quartz de 15 à 20 mètres ;

3° Schistes ardoisiers et argileux de couleur gris bleu : 500 mètres ;

4° Reef de quartz irrégulier, de quelques centimètres ;

5° Schistes argileux : 16 mètres ;

6° Bevitt's reef : $0^m,60$;

7° Grès et conglomérats : $2^m,50$ à 3 mètres ;

8° Calcaire dolomitique : 10 mètres avec trapps décomposés ;

9° Dolomie et roches trappéennes : 25 à 50 mètres ;

10° Thêta reef (à Pilgrim's Rest), pauvre à Frankfort ;

11° Dolomie : 500 mètres ;

12° Mac Donald's reefs, quartz : quelques centimètres ;

13° Quartzites : 6 mètres ;

14° Calcaire dolomitique caverneux : 140 mètres ;

15° Dolomie mêlée de schistes argileux et de diorite : 90 mètres ;

16° Grès : 35 mètres ;

17° Conglomérats : $0^m,30$;

18° Schistes et grès : 90 mètres ;

19° Dykes dioritiques et épanchements dioritiques ;

20° Sherwell's reef, quartz de $0^m,40$ à $0^m,50$;

21° Schistes et grès.

Viennent ensuite les couches du Swaziland, grès, schistes et quartzites. Ces derniers forment une véritable falaise de plusieurs centaines de mètres de hauteur qu'on peut suivre du nord au sud tout le long du versant est des montagnes du Drakensberg, sur près de 100 kilo-

mètres; c'est le second degré, et le plus important, de la descente des terrains du plateau central de l'Afrique vers l'Océan Indien. On se trouve ensuite brusquement sur le granite, et dans le pays bas, ou *law country*, d'un caractère si différent de celui du *high veld*, ou haut plateau. Il est remarquable que les alluvions aurifères sont restées sur le premier degré dans les premières vallées d'Origstad et de la Blyde. Les rares traces d'alluvions découvertes dans le law country ont été sans importance. Certaines places, cependant, notamment plus au nord, vers le Murchison Range, au pied de falaises à pic, paraissaient tout à fait favorables à des dépôts d'alluvions, mais on n'y a rien trouvé d'intéressant.

Tout le long de la chaîne de Drakensberg et au nord-ouest en la suivant dans le Zoutpansberg, on suit ainsi les assises de conglomérats, contemporaines de celles du Rand et de celles de De Kaap, et d'une apparence identique; mais nulle part on n'y a découvert la présence de l'or en quantités appréciables. L'épaisseur de ces conglomérats varie de $0^m,50$ à 10 mètres, ils rendent 2 à 3 grammes. Nous avons dit que ces mêmes couches existaient également au sud, dans le Zululand; dans ce dernier pays elles ont donné récemment quelques espérances, et de même à l'ouest, dans l'État d'Orange, du côté de Kimberley. L'avenir dira ce qu'il en faut attendre.

Nous allons décrire les principales mines actuellement ouvertes dans les assises dolomitiques. Nous ne ferons guère que mentionner celles que nous n'avons pas visitées. Les premières et les plus intéressantes sont celles de Pilgrim's Rest.

§ 1. — Pilgrim's Rest.

En partant de la Blyde river, à son intersection par la route de Lydenburg, et allant en amont, tous les

vallons qui viennent aboutir à cette rivière renferment des reefs aurifères. Il en existe même quelques-uns en aval, comme celui de *Belvédère*, mais ils sont très localisés et n'ont donné lieu à aucun travail sérieux. Le premier que nous rencontrons est celui de *New Clewer*, au voisinage des alluvions exploitées autrefois sous le nom de Müller's claims.

Le reef de *New Clewer* est reconnu sur une très grande étendue, de part et d'autre d'un petit vallon qui a pour source une cascade haute de plus de 50 mètres. Il est exploité en cinq points principaux sur une étendue totale de 2 kilomètres carrés environ. C'est un reef de quartz situé à la partie supérieure de la dolomie. Son épaisseur est variable : fait assez rare, plus il est épais, plus il est riche ; il varie de $0^m,08$ ou $0^m,10$ à 3 mètres de puissance. Son allure générale est en poches riches très étendues dans tous les sens ; on peut les suivre sans interruption, elles ont une assez grande régularité. Le quartz, suivant parallèlement la formation, est à grain assez fin, saccharoïde, souvent carié ; il contient de l'hématite et des carbonates de fer et de cuivre ; à l'intérieur on trouve davantage de fer et de cuivre. La présence du cuivre est un peu gênante pour la cyanuration, qui retire plus de 70 p. 100 de l'or total. Lorsque le reef est trop mince, on l'abandonne, il est d'ailleurs plus pauvre, et cela forme dans la mine des piliers de soutènement naturels. La teneur moyenne est de 25 à 30 grammes pour le minerai abattu, soit près d'une once. Au toit on trouve encore 15 à 25 mètres de dolomie ; puis, commence une falaise de schistes compacts de plus de 150 mètres de hauteur. Le reef est voisin de l'horizontale, plongeant entre 10° et 15° à l'ouest. Tous les ravins sont remplis par des alluvions aurifères.

Sur la Blyde et le Pilgrim's Creek, depuis Brown's hill jusqu'à Graskop, le même reef qu'on appelle *Thêta*

reef du nom de la principale exploitation et qui est la suite très probable de celui de New Clewer, est travaillé sur un très grand nombre de points, qui ont reçu les noms des lettres grecques : Alpha, Bêta, etc., en outre de plusieurs noms particuliers comme Ophir, Jubilee, Graskop. La même couche quartzeuse est reconnue sur plus de 8 kilomètres de longueur et 1.600 mètres de largeur, et sur toute cette étendue les montagnes sont criblées de fouilles et de grattages qui marquent bien la place du reef, inégalement riche, mais toujours existant. L'épaisseur et la teneur sont variables, mais relativement constantes sur de grandes étendues.

A la mine Nu sur le versant Ouest de la montagne de Pilgrim's Rest, les roches, dolomie et argiles schisteuses, sont entremêlées de boulders de diorite. Il y a eu comme un brisement près de la surface ; d'ailleurs, le reef subit un refoulement qui lui fait faire une sorte de pli en selle, de l'autre côté duquel il va en s'épanouissant pour former la mine Thêta, sur l'autre versant de la même montagne. Le reef est formé de quartz cristallin très fin, puissant, de $0^m,30$ à $1^m,50$, contenant des oxydes de fer, presque pas de cuivre. Il est reconnu par plus de 600 mètres de galeries et travers-bancs. Son inclinaison au point où il subit un redressement arrive à 40° ; en général, elle est de 14 à 18°. Sa teneur va en augmentant vers la mine Thêta.

Il y a, à cette mine Thêta, une concentration d'or tout à fait remarquable. La connexion a été établie entre cette mine et la mine Nu par des galeries en inclinaison dans le reef et des recoupes au point où le reef est replié, d'une longueur totale de 600 mètres. L'affleurement du reef, qui est très peu incliné, atteint une grande épaisseur et forme un autre pli en selle où il a 10 à 15 mètres de puissance. On a fait là un grand découvert qui a 20 à 30 mètres de profondeur, en enlevant avec le reef la

dolomie et les terres qui la recouvrent, et on continuera aussi loin que possible à exploiter ainsi le reef à ciel ouvert. En ces points, sur une épaisseur de 9 à 10 mètres, le reef rend plus de 20 grammes à la tonne, et la partie centrale, de $1^m,20$ à $1^m,50$, est beaucoup plus riche. Le reef est formé de quartz exclusivement saccharoïde, à son mat ; en certains points il est cristallin, carié ; ailleurs il est très finement granulé, et presque absolument compact. L'or est extrêmement fin, il est rarement visible : de gros blocs broyés sans or visible donnent des *pannings* extraordinaires comme richesse. On continue à suivre ce reef dans la montagne, il s'amincit constamment en allant vers la mine Nu, c'est-à-dire en inclinaison ; l'affleurement est bien la zone la plus riche.

Il se passe un fait curieux en cette région. Le ravin situé au pied des affleurements du Thêta, à 150 mètres plus bas environ, est la partie amont de la crique aurifère de Pilgrim's Rest, et c'est précisément cette partie-là de la crique qui a fourni les plus beaux nuggets et les plus grandes quantités d'or fin. Thêta est sur la rive droite du ravin. Or, sur la rive gauche, à 200 mètres au-dessus environ, car les montagnes sont très escarpées, affleure un nouveau reef quartzeux, c'est la mine *Jubilee*. Ce reef a la même inclinaison, 14°, et, en le prolongeant par la pensée au-dessus du ravin, tenant compte d'un rejet direct marqué en cet endroit, il vient rejoindre le reef Thêta. Il semble donc bien qu'il y a eu là comme un véritable éboulement, qui a enlevé une partie très riche du reef dont les débris ont été ensevelis au fond du ravin où l'or s'est accumulé.

A cette idée on peut cependant objecter le fait suivant, c'est que la plus grande partie de l'or des alluvions est de l'or grossier (coarse gold), alors que le reef de Thêta est formé d'or fin. Il est peut-être possible que l'or fin roulé s'agglomère en nuggets, mais ce fait est

difficile à démontrer. D'un autre côté, on a constaté la présence de l'or en nuggets dans une diorite dont on voit plusieurs affleurements aux environs des reefs, notamment sur la montagne d'*Ophir*. On a trouvé là de très beaux nuggets, j'en ai vu un de plusieurs onces. A Ophir on a essayé d'exploiter cette diorite aurifère, mais sans succès ; en général elle est tout à fait stérile.

A la mine *Khi* on retrouve encore le reef de Thêta avec une puissance de $0^m,60$ à $1^m,80$, sur une cime voisine de la précédente, au-delà du col qui sépare le Pilgrim's Creek du Kameel's Creek, autre affluent de la Blyde river. Ce reef suit la montagne, incliné à 15° ou 20° ; il rend près d'une once à la tonne, le quartz a les mêmes caractères qu'à Thêta.

A Bêta, ancienne Sheba, près de la Batterie de Brown's hill, existe encore le même reef, mais moins riche, avec une épaisseur de quelques centimètres à $1^m,50$.

A Graskop c'est encore le reef de Thêta, du moins autant qu'on peut le présumer, mais il n'a plus la même valeur. On remarque à Graskop deux épanchements de diabase séparés par des argiles schisteuses dans lesquelles l'or provenant des diabases s'est imprégné jusqu'à 10 mètres de profondeur, à tel point qu'on a cru pouvoir les exploiter. A partir de Graskop on commence à descendre le ravin qui conduit vers Mac Mac en rencontrant plusieurs reefs où l'on a fait autrefois quelques tentatives d'exploitation, *Company's reef*, *Jone's reef*, *Stanley's reef* et enfin *O'Keefe's reef ;* le quartz perd de plus en plus l'apparence si caractéristique qu'il avait à la mine Thêta.

Avant de passer à *Mac Mac*, il faut citer aussi, sur le Blyde, à quelques kilomètres de Bêta, mais de l'autre côté de la montagne, le reef de *Grootfontein* qui paraît bien être dans le prolongement de Bêta, mais qui n'a pas donné des résultats bien satisfaisants.

§ 2. — Mac Mac.

Nous n'avons pas grand'chose à dire des reefs découverts autour des alluvions de Mac Mac, ayant parcouru cette région sans nous y arrêter : la découverte de reefs exploitables a d'ailleurs été successivement annoncée, puis démentie : il est certain qu'il existe un peu d'or dans ces montagnes ; mais, ainsi que nous l'avons fait remarquer au commencement, il est fort possible qu'une bonne partie de l'or des alluvions de Lydenburg provienne du lavage de reefs situés beaucoup plus loin, dans le plateau central de l'Afrique du Sud, et les alluvions de Mac Mac contenant beaucoup plus d'or fin que ceux de Pilgrim's Rest peuvent l'avoir tiré d'une autre origine. Il faut ajouter que la crique de Mac Mac est beaucoup moins longue, elle n'a que 3 à 4 kilomètres de longueur. Enfin, Mac Mac est tout à fait au mur de la dolomie, aussi ne pouvait-on y retrouver le reef de Pilgrim's Rest.

En allant de Mac Mac à Spitzkop, on passe la cascade, haute de 15 à 20 mètres, qui domine les alluvions ; puis, on descend sur les affluents de la Sabie river, où l'on rencontre deux autres chutes d'eau importantes, celles de Picnic, haute de 80 mètres, et celle de la Sabie, haute de près de 50 mètres ; on remonte ensuite aux champs d'alluvions de Spitzkop, au pied du pic de ce nom, qui les domine d'une cinquantaine de mètres.

Il y a autour de cette cime quatre rivières principales où l'on trouve des alluvions : celle de Spitzkop et celle de Glynn qui se dirigent vers la Sabie, et celles de King's river et de Ross hill, sur des affluents du Crocodile river.

§ 3. — Spitzkop.

A *Spitzkop*, on a exploité partiellement les alluvions par deux monitors hydrauliques, et, en outre, on travaille dans un reef situé à la partie inférieure des assises dolomitiques, qui ne rend guère que 8 à 10 grammes par tonne en moyenne.

A *Glynn*, tout au voisinage des chutes d'eau de la Sabie, on a rencontré, il y a peu d'années, un reef de $0^{m},60$ de puissance en moyenne, mais qui paraît d'une grande richesse ; il arrive quelquefois à $1^{m},50$ et 2 mètres. Les quartz ressemblent fort à ceux de Pilgrim's Rest, et ils ont été reconnus sur une étendue de 1 à 2 kilomètres de part et d'autre d'une colline longue de plusieurs kilomètres. Ce reef est aussi situé à la partie inférieure de la dolomie ; au sud, il plonge sous les sédiments de Spitzkop, et on entreprend des sondages qui doivent le recouper à faible profondeur. Dans les grès sous-jacents (couches du Swaziland) existe un conglomérat dont l'épaisseur varie de $0^{m},50$ à 9 mètres, qui rend 2 à 3 grammes d'or à la tonne et qu'on peut tracer sur des kilomètres de longueur.

A *Ross Hill* et aux environs, comme à Mac Mac et à Graskop, on exploitait les alluvions par le monitor « wasserstrahl » sous 3 à 5 atmosphères de pression, conduisant les terres à des conduites remplies de blocs de grès et de quartzites, recueillant l'or grossier en haut, l'or fin plus bas. Le lavage se faisait au pan.

De Spitzkop à Lydenburg, on passe à travers une série de collines appelées pittoresquement *Devil's Knuckles* (les Articulations du Diable), avant de revenir sur le versant des affluents de l'Oliphant river.

Sur la ferme *Nooitgedacht*, avant d'arriver à Lyden-

burg, on rencontre un groupe de trois reefs, intercalés entre les schistes, les grès et des épanchements de diorite. Ces reefs sont reliés par des fentes traversant perpendiculairement toute la formation. Les strates de schistes, grès et diorite vont en alternant, à trois reprises, et les trois fois les schistes sont imprégnés d'or, tandis que les grès et la diorite sont stériles ou à peu près. L'épaisseur de ces reefs est faible, 1 à 4 centimètres ; ils arrivent cependant à $0^{m},50$ et même 1 mètre. Quelques failles sont remplies de diorite, elles ont peut-être servi de véhicule à l'or à travers les strates. Le toit et le mur de chaque reef sont dans les schistes argileux, le dernier seul repose directement sous le grès : ils sont ondulés comme les strates encaissantes. Le quartz est cristallin ; outre l'or il tient du fer et du cuivre, dont on trouve les carbonates près des fentes et de la surface. Au voisinage de la diorite, la teneur paraît être plus forte : en moyenne, les rendements ne dépassent pas 8 à 10 grammes.

Nous avons déjà parlé des alluvions de Barretts Berlin et Coetzestroem situées au sud de Crocodile river ; il en existe encore plus bas sur les fermes *Engelich Draai*, etc., au Devils Kantoor : on a retrouvé là récemment les reefs du mur de la dolomie, avec des teneurs locales de plusieurs onces. Nous reviendrons maintenant plus au nord, pour dire quelques mots des reefs situés sur la Blyde et ses affluents, au nord de Pilgrim's Rest.

§ 4. — Waterval.

Ce sont d'abord les anciens champs d'alluvions de *Waterval* et de *Rotunda*, les derniers découverts, en 1874. Le Waterval est un affluent de droite de la Blyde ; sur cet affluent et sur la Rotunda, qui arrive à quelques centaines de mètres plus bas, mais sur la rive gauche de

la Blyde, on a trouvé les alluvions et les reefs qui portent maintenant les noms de *Frankfort* à l'ouest sur le Rotunda (anciens Gill's claims) et de *Lisbon Berlyn* à l'est sur le Waterval, à 16 kilomètres de distance les uns des autres en ligne droite. Les reefs de Frankfort sont ceux qui sont dénommés dans la série des assises citées plus haut, le Upper reef et le Bevitt's reef, à la partie supérieure de la dolomie; ils correspondraient, par suite, au Thêta reef de Pilgrim's Rest. Les reefs de Lisbon Berlyn seraient, au contraire, ceux de la partie inférieure de la dolomie et correspondraient à ceux de Glynn et de Spitzkop, c'est le Sherwell's reef, qui traverse les grès et les schistes et pénètre dans la diorite décomposée, et le Simmond's reef, juste au-dessus du précédent, intercalé dans les grès, en plusieurs leaders avec un mur de grès et de schistes argileux.

Il y a à *Frankfort* des chutes d'eau de 120 mètres environ, propres à un lavage à grande échelle. Le reef, qui correspond à celui de Thêta, a $0^{m},40$ à $0^{m},60$ et paraît assez riche; mais le minerai est de qualité réfractaire; on a exécuté quelques sondages pour en découvrir d'autres. Plus des quatre cinquièmes de l'or sont obtenus à la cyanuration. Le quartz est opalisé et calcédonisé; il n'a pas l'apparence saccharoïde de Thêta.

A *Lisbon Berlyn* on a fondé certaines espérances sur une sorte de grand bassin qui paraît contenir des alluvions aurifères. Ce n'est que tout récemment qu'on a essayé quelques broyages suivis des reefs de la dolomie. La cyanuration a rendu quatre fois plus que les moulins; les rendements ont été faibles.

En continuant vers le nord, on a découvert de nombreux reefs aurifères dans la série dolomitique à *Rae*, sur le Treur river, ferme Ledophino et un peu plus en aval sur la ferme Belvédère. Enfin, on a commencé d'explorer toute la région qui va de la Blyde à Pétersburg,

en se dirigeant vers le nord-ouest, et on a eu de bons indices en plusieurs points jusqu'à l'Oliphant river et même au-delà de cette rivière ; plus loin on entre dans un autre district, le Zoutpansberg, dont la dolomie ne traverse qu'une extrémité pour pénétrer plus à l'ouest dans les districts de Waterberg et de Rustenberg.

Avec l'immense étendue et la régularité de ces couches dolomitiques et l'extension qu'y prennent les reefs quartzeux aurifères, il semble que l'on puisse fonder des espérances sérieuses sur la découverte de nouveaux reefs semblables au Thêta reef. Il faut ajouter cependant que les reefs riches, Thêta, Glynn, etc., n'ont été découverts qu'au voisinage d'alluvions véritablement riches, et, si ce sont là des indices, il faut d'abord qu'ils se reproduisent avant de concevoir des espérances trop prématurées sur la découverte de reefs exploitables.

La production annuelle des champs d'or de Lydenburg atteint et dépasse même, depuis deux ans, à 60.000 onces par an, celle des champs d'or de De Kaap; les reefs de Pilgrim's Rest, traités ensemble aux usines de *Lydenburg minings Estates*, produisent les trois quarts de l'or de Lydenburg, de même que la Sheba fournit les quatre cinquièmes de l'or de De Kaap.

Depuis 1890 jusqu'à 1896 exclusivement, le district de Lydenburg a produit 240.000 onces d'or environ. Dans les années précédentes, ce sont les alluvions presque seules qui ont produit de l'or. Celles de Lydenburg passent pour avoir produit près de 150.000 onces, représentant une valeur d'un demi-million de livres sterling. Au total la production en or du district de Lydenburg serait au minimum de 400.000 onces au 1er janvier 1896.

CHAPITRE III.

La Rhodesia ou Charterland

(Pl. VI, *fig.* 2.)

Pendant les quatre à cinq mois que nous avons passés dans ce pays (juillet à décembre 1895), il nous a été évidemment impossible de tout voir, bien que nous ayons parcouru la région d'une extrémité à l'autre, depuis les affluents du Zambèze (nous sommes allés jusqu'à moins de 80 kilomètres de ce fleuve) jusqu'au Limpopo par Salisbury et Buluwayo; nous étions arrivés au Charterland par Umtali, venant de Beïra par Massi-Kessé et le Manicaland. Nous ne donnerons donc que nos impressions personnelles, après avoir essayé de décrire rapidement la géologie spéciale de ce pays, sans vouloir répéter ce qui en a déjà été dit par M. A.-R. Sawyer dans son petit ouvrage (*Goldfields of Mashonaland*) et par M. J.-H. Hammond dans son *Rapport à la Chartered Company*. Nous passerons rapidement sur les reefs que nous n'avons pas visités, bien que nous ayons pu recueillir sur la plupart des renseignements sûrs de la part de personnes compétentes. Un ingénieur anglais, M. C. Alfort, que nous avons rencontré souvent dans nos courses en wagon à bœufs, a parcouru ce pays beaucoup plus complètement, mais il n'a rien encore publié, à notre connaissance; il est le seul qui puisse donner une description complète de l'ensemble de cette vaste région; mais beaucoup d'autres ingénieurs américains et anglais, et même deux ingénieurs français, se sont, comme nous, attachés particulièrement à certains districts, et c'est de tous ces travaux de détails que pourra résulter une étude complète du Charterland au point de vue géologique et minier.

Avant d'aborder la géologie générale, quelques lignes ne seront pas inutiles sur la topographie et le sol du pays. La plus grande partie fait suite au plateau central de l'Afrique du Sud qui forme l'État d'Orange et le Transvaal; c'est la ligne de partage des eaux qui vont à l'est et au sud-est dans l'Océan Indien, au nord-ouest et au nord dans le Zambèze. Le reste du pays, à l'est et à l'ouest, forme des vallées découpées par les érosions et les rivières dans les pentes du plateau central, et c'est ce qu'on appelle le bas pays (law country), d'un climat et d'une végétation tout à fait différents de celle du plateau central ou high veldt. L'altitude de ce dernier varie de 1.300 à 2.000 mètres d'altitude, le bas pays descend jusqu'à 800 et 600 mètres ; à l'est, où l'on descend beaucoup plus bas, on entre dans les territoires portugais de Mozambique.

Dans tout ce pays une énorme surface est tout à fait propre au pâturage et à l'élevage, et de cette surface, toute celle qui forme le plateau central n'est guère propre qu'à cet usage, et un peu à la culture du blé, du maïs et des céréales.

Elle est couverte de forêts; les principales essences sont les suivantes : acacia, épine blanche et épine noire, acajou (assez rare), mapani, maruta, sugarbush, oranger sauvage, matabohobo, stinkwood (bois puant), benkerhout, geelhout, cameeldorn. Sauf l'acacia et le mapani, tous ces bois sont ravagés par un insecte possédant une tarière (un borer), qui perce leur écorce, remplit de terre tout l'intérieur et les rend inutilisables en moins d'un an ou de dix-huit mois, si bien qu'ils ne vieillissent pas au-delà de quinze ou vingt ans, puis tombent et pourrissent : les forêts sont formées d'arbres relativement jeunes, mais déjà rabougris, et ne sont jamais très épaisses, sauf des fourrés impénétrables formés plutôt de lianes et d'acacias. Le sapin importé et le pitch-pin paraissent être à l'abri de cet insecte.

Dans les bas pays, les noirs cultivent le maïs, un peu le riz, lorsqu'il y a suffisamment d'eau ; le caoutchouc, le tabac et le coton qui sont, comme le riz, de qualité supérieure ; l'arbre à sucre, les orangers et les citronniers ; enfin, dans les zones tropicales, le bananier, l'ananas et le café.

L'irrigation pourrait rendre fertiles, comme dans le Transvaal, d'énormes terrains qui ne demandent qu'à produire. Notamment près des dykes de diorite, les forages artésiens auraient toutes chances de réussir, ces dykes étant généralement aquifères.

Géologie générale. — La formation générale est le granite et le gneiss métamorphique. Ces roches sont parcourues de bandes de schistes qui suivent des alignements parallèles et généralement dirigés du nord-est au sud-ouest, c'est-à-dire dans le même sens que la direction générale du haut plateau granitique. Le plongement est souvent très redressé, mais de chaque côté du granite les formations sédimentaires paraissent plonger dans le même sens que les pentes. Vers le nord-ouest par exemple, le grand dépôt houiller, qui est proche du Zambèze, repose par-dessus les formations schisteuses, bien qu'il soit à une altitude inférieure à leurs affleurements sur le plateau central.

Les schistes et le granite sont traversés de nombreux dykes de roches éruptives, diabases, diorites, trapps, etc. ; il arrive souvent que les schistes, au contact, sont métamorphisés et ont l'apparence d'être le produit de l'altération de la roche verte. Les grands dépôts sédimentaires si abondants dans le Transvaal, les conglomérats, grès, etc., ne paraissent point exister dans les districts aurifères du Charterland ; les formations schisteuses non métamorphiques de la région du Zambèze pourraient correspondre aux couches du Swaziland.

Il y a une différence très marquée entre les régions granitiques et les régions schisteuses ou dioritiques. Les régions granitiques sont ou bien couvertes d'éboulements granitiquès dus à l'érosion de ces curieux *castels kopjes*, semblables à des châteaux en ruines, ou à des collines de granite parfaitement arrondies en sphéroïdes avec comme une carapace de granite dont se détachent des blocs de temps à autre, et qui sont caractéristiques de l'Afrique du Sud, ou bien le sol est couvert d'une très puissante couche de sable quartzeux à éléments granitiques. La végétation sur ce sol est pauvre ; l'herbe et les arbres existent, mais sans grand développement. Sur le sol schisteux, au contraire, la végétation devient très belle, les arbres sont plus robustes et plus grands ; et de même sur le sol dioritique, où la terre prend une coloration rouge très marquée ; ces dernières régions sont vraiment fertiles et peuvent donner de bien autres résultats que le pâturage et l'élevage. Dans le bas pays, les mêmes caractères persistent, avec plus de richesse de végétation encore, lorsque les rivières ont apporté une certaine quantité de limon.

A mesure que nous parcourrons les gîtes aurifères, nous aurons occasion de citer d'autres roches plus spéciales que les précédentes, mais se rattachant néanmoins à un des trois groupes précédents : granite, schistes, diorite. La zone aurifère est surtout comprise dans les schistes; on en trouve un peu aussi dans la diorite, et même dans certains granites. Les schistes sont chloritiques ou micacés, parcourus de veines quartzeuses, et, comme nous l'avons dit, paraissent souvent dus à un métamorphisme provenant des granites ou des roches éruptives. La largeur des bandes qu'elles forment varie de 2 ou 3 kilomètres à 30 kilomètres et plus.

L'allure générale de toute la région témoigne de phénomènes de désintégration et d'érosion très intenses, ayant pro-

duit les éboulements granitiques, les roches moutonnées et les énormes couches de sables granitiques ; mais, par contre, la régularité générale et l'absence de dislocations dans les terrains montrent un manque absolu de violentes catastrophes géologiques. Le plissement le plus important aurait seulement soulevé toute la partie centrale du système, et provoqué les puissantes actions d'érosion dont nous avons parlé, par l'exposition à l'air et aux eaux de masses énormes de roches quartzeuses et feldspathiques. On pourrait peut-être chercher là l'origine de l'immense abondance de galets exclusivement quartzeux qui forment la presque totalité des galets des conglomérats et des grès du Transvaal, les granites désintégrés n'ayant laissé subsister intacts que leurs éléments quartzeux. L'altitude des granites du Charterland est, en moyenne, de 1.400 à 1.800 mètres, c'est-à-dire égale au moins à celle des dépôts sédimentaires du Transvaal ; mais l'altitude où se trouvent en partie ces derniers est le résultat d'un soulèvement dont il est difficile encore de déterminer l'amplitude, et on peut admettre que les dépôts sédimentaires ont commencé dans les régions alors moins élevées du plateau central du Transvaal. Un autre fait vient encore favoriser cette hypothèse, c'est la direction dans laquelle plongent tous les sédiments, conglomérats, grès, etc., du Transvaal : ils plongent tous vers le sud ; c'est donc en venant du nord que s'est opéré leur dépôt, et leur inclinaison, faible à l'origine, a été seulement augmentée par le mouvement dû aux roches éruptives venues postérieurement, comme au Witwatersrand. Enfin, les galets quartzeux aurifères, relativement moins rares qu'on ne le suppose dans les reefs du Rand, auraient leur origine marquée dans les reefs quartzeux aurifères du Charterland. Mais nous n'insisterons pas sur ces hypothèses.

Parmi les roches que nous aurons à citer se trouvent des pegmatites, des ryolithes, des diabases et des andé-

sites, des dolérites passant à des épidiorites, des basaltes, des serpentines et des péridotites, des schistes à séricite, à actinolite, à hornblende. Comme roches sédimentaires, il y a des grès siliceux et des quartzites dans l'est, du côté de Victoria et d'Umtali, ainsi que des calcaires gris ou blancs, mais ces derniers paraissent plutôt d'origine métamorphique ainsi que les tufs trouvés dans la même région, à Victoria. On a trouvé récemment de semblables calcaires à Sinoia, près de lo Mogundis, et même à 30 kilomètres de Salisbury dans le Mashonaland, contenant 96 p. 100 de carbonate de chaux. On trouverait certainement, en étudiant longuement ces pays, toutes sortes de minéraux et une grande variété de roches, quelques-unes très curieuses, et dont les gisements sont rares, par exemple des pegmatites, à éléments énormes, comme nous en avons vu sur un des affluents du Mazoé, dans le nord de Salisbury.

Au point de vue des mines d'or, on rencontre dans tout le Charterland des traces d'anciens travaux, et quelques-uns indiquent qu'un travail assez considérable a été accompli. Les plus importants que nous ayons vus sont ceux de Mapondera et de Mtopota, à 100 et 120 kilomètres au nord et au nord-est de Salisbury dans le Mashonaland. Les accumulations de débris qu'on trouve dans ces vieux travaux donnent encore de l'or aux pannings, et, en outre, aux bords de rivières avoisinantes, on trouve des quantités de pierres taillées, ou *crucibles*, où les anciens mineurs broyaient et lavaient le quartz. Mais s'il y a, dans certaines régions notamment, une grande extension de ces vieux travaux, dans beaucoup d'autres ils ont été insignifiants; on a même pris quelquefois pour d'anciens travaux de mines les tranchées que font les noirs pour y attirer et y précipiter le gros gibier après l'avoir chassé.

Les principales régions de vieux travaux au Mashonaland sont Mazoé, lo Mogundis, Umfuli; au Manica-

land, Umtali; au Matabeleland, Gwanda, Selukwe, Insiza.

La forme générale de ces vieux travaux est celle d'une tranchée, longue quelquefois de plusieurs centaines de mètres, large de 15 à 20 mètres, quelquefois davantage, jusqu'à 60 et 70 mètres; et la profondeur exploitée a été reconnue jusqu'à plus de 60 mètres dans certains cas. En général, ils n'ont été interrompus que par suite des venues aquifères qui n'ont pas pu être surmontées. On a aussi trouvé des séries d'excavations à la suite les unes des autres, et reliées par des tunnels, ou bien, tout à fait au fond des tranchées, de grandes cavernes souterraines dans le reef même. Le feu a été employé dans le cas de roche dure, on a trouvé des traces de substance ressemblant à du goudron. Il est rare qu'un nouveau puits foncé dans ces tranchées ne retrouve pas le reef dans le fond, soit directement, soit au moyen de galeries à travers-bancs.

Ces reefs du Charterland peuvent être classés en quatre catégories : 1° fissures de contact entre les schistes métamorphiques et la diorite ou le granite; 2° veines de fissures dans le granite, généralement superficielles; 3° veines de fissures dans les schistes, soit parallèlement aux feuillets, soit obliquement, ce qui semble plus rare; 4° imprégnations de diorites ou de kaolins résultant de la décomposition de diorites.

On a découvert aussi quelques alluvions aurifères où les noirs lavent encore de l'or à l'heure actuelle; ce sont les bords des rivières qui arrosent le voisinage des anciens travaux, aux points où ces rivières peuvent s'étendre en vallées plus ou moins larges au sortir des défilés; ces vallées ont 100 à 200 mètres de large; nous avons vu ainsi des alluvions modernes sur le Wantzié river, à 60 kilomètres au nord de Salisbury, sur le Sabakwe river, et sur la Shangani river, à 20 et 40 kilomètres de Gwelo; enfin, à Umtali, au pied des Penhalanga reefs. Comme on

le voit, il s'agit d'alluvions modernes, probablement directement dérivés des reefs quartzeux situés en amont des rivières où elles se trouvent. Il est cependant fort possible, puisqu'on cite des exemples de ce fait, que des rhizodes de ces alluvions soient situées tout au-dessous d'eux, et il y aurait lieu de les rechercher (voir Posepny sur la genèse des placers).

Pour étudier les reefs aurifères que nous avons visités dans le Charterland, nous suivrons l'ordre dans lequel le pays a été divisé : Manicaland, Mashonaland et Matabeleland. Nous commencerons, dans l'ordre de notre voyage, par le Manicaland, en comprenant sous ce nom les mines situées dans le territoire portugais avoisinant, qui a pour centre Massi-Kessé.

§ 1. — Le Manicaland.

La région minière située dans le territoire portugais de Manica est arrosée par la rivière le Revue et ses affluents, le Ménène, le Zambusi, etc., qui traversent tous des champs d'alluvions aurifères. L'ancien fort portugais de Massi-Kessé a été remplacé par les petits villages de huttes de Nova Massi-Kessé sur la route de Chimoio, et d'Andrada où la Cie de Mozambique a placé le siège de l'administration des mines.

Cette vallée du Revue est presque exactement dans le prolongement de celle d'Umtali, mais les deux rivières courent en sens contraire, le Revue vers l'est, l'Umtali vers l'ouest. La ligne de partage des eaux est perpendiculaire aux cours de ces deux rivières, et se prolonge très loin au nord et au sud, séparant les eaux du Busi et de la Pungwe river, de celles de la Sabie (ne pas confondre avec la Sabie river du Transvaal). Entre Umtali et Massi-Kessé, la séparation des eaux est formée d'un grand dyke

de roches éruptives basiques recoupant en croix toutes les autres formations. Cet endroit très pittoresque, à 1.600 mètres d'altitude, s'appelle *Crow's nest*, le Nid de Corbeau. Les formations se prolongent cependant à peu près l'une l'autre au-delà de ce grand dyke éruptif pour former les pentes des montagnes qui bordent de part et d'autre le Revue et l'Umtali river. Le Rezende range, sur la rive droite de l'Umtali river, serait ainsi prolongé par le Pardy's range sur la rive gauche du Revue, et le Penhalanga range sur la rive gauche de l'Umtali serait prolongé, en admettant l'existence d'une grande faille, par le Birthday range. La vallée de l'Umtali river, comme le Revue et ses affluents, est remplie d'alluvions aurifères.

Dans le Pardy's Range, on a découvert une série de reefs dont le principal est le *Guy Fawkes* reef. C'est un reef très redressé, de $0^m,30$ à $0^m,50$ de puissance, dirigé est-ouest, formé de quartz saccharoïde à or libre encaissé dans les schistes talqueux. Il a été reconnu par deux étages de travaux jusqu'à la profondeur de 50 mètres environ, et sur plusieurs centaines de mètres en direction. Comme nous le verrons, le quartz rappelle beaucoup celui du Rezende reef par sa structure et sa minéralisation.

Entre le Zambuzi et le Ménène, le *Lion's* reef, dans la chaîne du Birthday range, est un reef de contact entre les schistes et le granite, et au voisinage des dykes dioritiques qui abondent autour de Massi-Kessé. Ce reef est presque vertical ; il a $0^m,50$ à $0^m,60$ avec plusieurs leaders ; il a les schistes au toit, le granite décomposé au mur, et il est dirigé sensiblement est-ouest. On a trouvé l'existence de vieux travaux au Guy Fawkes et au Lion (*).

Les alluvions du Revue et de ses affluents, au pied des reefs précédents, sont formées de terres mélangées de

(*) Nous devons plusieurs renseignements à l'obligeance de M. Razouls, ingénieur de la Cie de Mozambique, à Massi-Kessé.

gros et de petits graviers, leur épaisseur atteint plusieurs mètres. On ne peut rien préciser encore sur leur valeur, ni sur leur exploitabilité.

Sur le territoire anglais de Manica, les principaux reefs sont le Rezende au nord de l'Umtali river et le Penhalanga reef au sud. On s'aperçoit de la différence des terrains de chaque côté du *Crow's nest* par la différence de végétation : le versant de Massi-Kessé est beaucoup plus boisé que celui d'Umtali; cependant les schistes existent de part et d'autre avec une puissance plus ou moins grande, mais les granites qui commencent d'apparaître dans les affluents du Revue vont prendre de plus en plus d'importance en arrivant à Umtali; les vallées du Revue sont encore pleines d'alluvions modernes qui leur donnent une plus grande fertilité. Nous sommes sur les bords mêmes du grand plateau granitique central de l'Afrique du Sud, l'altitude devient de plus en plus forte : Massi-Kessé n'est qu'à 800 mètres, le Crow's Nest est déjà à 1.600 mètres ; si l'on redescend, pour arriver à Umtali, à 1.200 mètres, on ne tarde pas à remonter définitivement ensuite sur le plateau central pour arriver à Salisbury. Umtali, le premier degré de la descente, occupe une position analogue à celle de Pilgrim's Rest dans le Transvaal.

Le reef de *Rezende* est un reef ramifié encaissé dans les schistes talqueux qu'il recoupe quelquefois; sa puissance passe de quelques centimètres à 3 et 4 mètres, il paraît procéder par lentilles riches, le quartz est tantôt bleu ou très blanc et vitreux avec de l'or libre, tantôt nettement saccharoïde, c'est alors qu'il est le plus riche; il n'est pas très minéralisé. Les vieux travaux s'étendent sur plusieurs centaines de mètres. Il est bien reconnu jusqu'à 25 et 30 mètres de profondeur et 3 à 400 mètres de longueur, mais des travers-bancs entrepris à plus grande profondeur ne l'ont point recoupé, soit qu'il s'arrête, soit qu'il subisse un rejet assez étendu vers le nord.

C'est le *Penhalonga reef* qui a le plus contribué à attirer l'attention sur le Manicaland, les vieux travaux y ont pris un grand développement. Le Penhalonga range est une ligne de collines de 8 à 10 kilomètres de longueur, formées de schistes, grès et quartzites plissés et sillonnés de veines quartzeuses minéralisées. Ces couches sont traversées de dykes de diabase et de diorite qui sont quelquefois aurifères, et de kaolins et d'argiles rouges de décomposition.

On peut suivre les travaux anciens sur toute la longueur de ces collines, mais avec des interruptions de plusieurs centaines de mètres. La partie centrale a été la plus travaillée autrefois. Le reef est très variable d'épaisseur, il a de quelques centimètres à 2 et 3 mètres, et sa teneur en or varie de quelques traces à plusieurs onces. Généralement, il est assez minéralisé, on y trouve surtout des pyrites, puis de la galène et de la crocoïse, chromate de plomb, et de la blende, ce qui le classe parmi les minerais réfractaires. L'encaissement est formé par les schistes talqueux à veines de quartz et de galène, le pendage est vertical, les salbandes sont argileuses le plus souvent. On a entrepris des travers-bancs en profondeur, afin de reconnaître le reef; on l'a ainsi recoupé jusqu'à 80 mètres de profondeur, mais avec une épaisseur seulement de 10 centimètres; un autre travers-bancs, à 100 mètres plus bas que le précédent, devait le recouper à 215 mètres environ. D'après des renseignements récents recueillis en passant à Beïra, cette galerie aurait recoupé le reef au bout de 300 mètres seulement. Le reef paraît procéder par lentilles comme le Rezende reef; le quartz est plutôt vitreux et diffère sensiblement de celui de Rezende. Les broyages intermittents faits jusqu'à présent ne permettent pas de préciser sa teneur moyenne en or.

Les alluvions de l'Umtali river sont encombrées de vieux puits sur des kilomètres de longueur. Ces puits traversent

d'abord une couche de limon rouge de 3 à 4 mètres d'épaisseur pour atteindre une couche horizontale d'alluvions aurifères qui ne paraît pas avoir plus de $0^m,60$ de puissance; cette couche, parsemée de galets quartzeux paraît irrégulièrement riche et repose sur des schistes argileux. Un nouveau puits foncé à travers ces argiles a rencontré à $3^m,50$ à 4 mètres au dessous une nouvelle couche d'alluvions aurifères qui paraît avoir 1 mètre à $1^m,20$ d'épaisseur et repose sur les schistes talqueux. Les galets quartzeux ne sont pas aurifères; il serait donc inutile de faire des broyages. L'eau est abondante, on pourrait même utiliser les chutes de l'Umtali river à quelques kilomètres en amont, qui ont 40 à 50 mètres de hauteur, formant une très belle cascade, d'un débit de plusieurs litres par seconde dans la saison la plus sèche.

En aval d'Umtali, sur l'Umtali river, on trouve encore toute une série de reefs aurifères dans des collines schisteuses, *Champion*, *Grand Duke*, etc., et jusque sur les premiers affluents de la Sabie river dans l'Ironstone range, où abondent la limonite et les oxydes de fer, au contact des gneiss et des granites, mais ils n'ont pas donné encore de résultats appréciables. En continuant de là pour se diriger à l'ouest vers les champs d'or de Victoria, on rencontre de très anciennes ruines, dont celles de Matendela, qui, avec celles de Zimbabyé, au sud de Victoria, sont les plus considérables de l'Afrique du Sud.

§ 2. — Le Mashonaland.

Le Mashonaland a été divisé en plusieurs districts miniers tout autour de Salisbury, sa capitale, qui est aussi celle de tout le Charterland: ces districts sont ceux de: Salisbury et Entreprise, Mazoé, Abercorn, Mount Darwin, lo Mogundis, Hartley Hills ou Umfuli, et Victoria.

1° **Salisbury et Entreprise.** — Les reefs de ce district sont situés sur les premiers affluents du Mazoé river, ceux qui entourent Salisbury au nord et à l'ouest dans un rayon de 30 à 40 kilomètres. Ils sont sur les premières pentes descendantes du plateau central, et sont généralement dans des bandes de schistes métamorphiques, mais tout à fait au voisinage du contact de ces schistes avec le granite ; le granite est souvent décomposé ; la diorite à augite et le kaolin apparaissent en de nombreux endroits, ainsi que le calcaire gris auquel nous avons fait allusion précédemment. Le reef le plus développé est le *Salisbury* reef ; on y a monté une batterie de 5 pilons, le reef est très pyriteux et encaissé dans des schistes à épidote et hornblende ; nous n'avons pas eu occasion de nous y arrêter, mais, dans son prolongement, nous avons étudié une série de reefs rayonnant autour d'un même point, les *Danube's* reefs.

Les *Danube's* reefs à flanc de coteau sur des collines granitiques sont sur les bords du contact des schistes avec les granites. Dans les schistes, traversés de diorites, on a trouvé des veinules de quartz plus ou moins minéralisées, sans importance. Mais, dans le granite même, nous avons compté trois reefs et plusieurs leaders. Le premier reef est formé de plusieurs leaders, c'est un quartz blanc, opaque, grenu, contenant des pyrites et de la galène ; certain leader est formé parfois de pétrosilex de $0^{m},30$ d'épaisseur. Les vieux travaux abondent à la surface de ces reefs ; ils vont passer sous des éboulements de blocs de granite dont plusieurs ont été déplacés ; on a retrouvé là des leaders de quartz dans un encaissement de granulite en décomposition ; cette granulite montre les cristaux de quartz dans un feldspath blanc qui devient une sorte d'argile décomposée ; les leaders de quartz, restés compacts, sont assez minéralisés en pyrites et galène, le quartz est parfois saccharoïde. Lorsque les leaders se

croisent, il y a de gros cristaux de quartz enchevêtrés, la puissance totale des leaders atteint 1m,50 à 2 mètres. Tout le long du reef sont amoncelées des terres rouges avec débris de quartz carié, et donnant de l'or aux pannings. A l'extrémité sud-est, le reef se perd dans des pointements de diorite, mais on peut le suivre sur près de 1.000 mètres.

Ce reef est croisé au nord-ouest par un autre plus important, et toujours dans le granite qui a subi des fissures dans plusieurs sens. Au croisement des reefs, il a une allure broyée et tourmentée. Ce second reef est proprement le Danube reef ; il est arrivé à 4 mètres de puissance, et il est encaissé le plus souvent dans la granulite à quartz rosé et feldspath blanc et rose, et dans la syénite à gros éléments qui prend aussi une teinte violette ; ces roches mêmes sont aurifères près du contact avec le reef, au toit. Au mur, l'encaissement est formé généralement par les schistes ; l'inclinaison est, en moyenne, de 40° vers le nord. La minéralisation consiste en pyrites et galènes. Les pannings donnent partout des traces d'or. Plusieurs leaders sont visibles en différents endroits, les vieux travaux y sont remplis de quartz carié, et à l'extrémité où le reef aboutit dans la vallée, les amoncellements de débris sont encore plus nombreux et mêlés à des scories de fer. Dans cette vallée, le fond est couvert de terrain de transport avec débris de schistes chloriteux verts, de diorite, de syénite, etc. On peut suivre le reef sur 1.000 mètres.

Le troisième reef forme un angle très obtus avec le premier, qu'il vient croiser assez près du point où il croise le Danube reef ; il est formé de plusieurs leaders de 25 à 30 centimètres, et consiste en quartz vitreux rose et quartz saccharoïde minéralisé en pyrites ; les vieux travaux y atteignent 20 à 25 mètres de profondeur sur les pentes du Saint-Gérier range ; il est encaissé dans la granulite décomposée et passe sous les blocs de granite qui

couronnent les sommets de la colline et lui donnent l'aspect de ruines des castels kopjes : il incline vers le nord. Entre lui et le Danube reef se trouve bien marquée la ligne d'affleurement des schistes venant toucher le granite, il y a la place d'une faille dirigée sud-ouest—nord-est, inclinant au nord, et on retrouve le même phénomène au-delà du Danube reef.

C'est un ensemble granitique en décomposition, parcouru de fentes et de reefs de quartz minéralisé et de dykes de diorite au contact de schistes métamorphiques.

Sur l'autre versant du Saint-Gérier range, qui ne dépasse guère que de 60 à 80 mètres le fond de la vallée du Mazoé, on descend vers une plaine d'alluvions aurifères modernes ; au-delà de cette plaine, dans une nouvelle rangée de collines où reparait le granite accompagné de basalte, on trouve encore d'anciens travaux, mais sans importance, et qui n'ont pas encore été repris.

Sur un autre affluent du Mazoé se trouvent les reefs d'Entreprise, où, en attendant de retirer de l'or, on exploitait de la chaux, lors de notre séjour en 1895, pour les bâtiments de Salisbury. Les reefs *Gladstone*, *Aberdeen*, etc., sont tous des veines de quartz dans les schistes micacés du voisinage des granites ; on y trouve quelques vieux puits. Le reef Gladstone est reconnu par plus de 80 mètres de puits. On y prépare une batterie de 10 pilons.

Le reef *Countess*, à 40 kilomètres de Salisbury, est presque vertical et bien marqué par d'anciennes fouilles espacées de 15 à 20 mètres, longues de 70 à 80 mètres. Un puits, foncé près d'une de ces fouilles, a suivi le toit d'un reef de quartz qui a $1^m,50$ de puissance en ce point. Le quartz est opaque, jaunâtre et granulé, parfois noir ou grisâtre, parcouru de veines blanches ou en petites facettes cristallines et soyeuses ; il est très ferrugineux à la surface. La roche encaissante est formée de schistes, mais des dykes de diorite viennent affleurer à quelques

mètres du reef. La zone où il se trouve forme une légère élévation d'une vingtaine de mètres au-dessus de la plaine où passe la rivière Mapène, à 3 kilomètres environ. Ce sont les dernières ondulations des collines dans cette direction vers le Mazoé. De là, la plaine continue à s'abaisser, et ce n'est que beaucoup plus loin que reparaissent les collines.

2° **District de Mazoé.** — Nous avons vu une quantité de reefs dans ce district, où les vieux travaux sont plus abondants peut-être que partout ailleurs, mais la plupart ne méritent pas d'être décrits, car ce qu'on en voit est absolument insignifiant; nous ne nous arrêterons qu'aux principaux.

Presque tous ces reefs sont compris dans les bandes de schistes qui forment le versant est de la chaîne de montagne de l'Umwurkwe, chaîne dirigée à peu près nord-sud, et séparant la vallée du Mazoé de celle de l'Hanyani où se trouvent les mines de lo Mogundis. Ainsi les deux versants de cette chaîne, lo Mogundis et Mazoé, ont été minéralisés. La chaîne elle-même, longue de 80 kilomètres et plus, est formée de roches d'origine éruptive; on y peut voir encore, enfouis sous les broussailles et les arbres, les traces de plusieurs grands vides en forme de cratères, de 60 à 80 mètres et plus de diamètre, avec des débris d'une roche opaque rappelant l'obsidienne. Du côté du Zambèze elle va en se ramifiant en petites collines généralement dioritiques, ce qui lui donne une longueur totale de 120 à 130 kilomètres. Les roches qui la composent sont la diorite et la serpentine et, en outre, une roche formée presque uniquement de péridot, la péridotite, qu'on trouve également dans le district d'Entreprise, notamment à l'entrée de ce district en venant de Salisbury. Les reefs de Mazoé sont sur le versant est de cette montagne et, par suite, sur les affluents de gauche

du Mazoé river, sur l'Embrodzïe, le Watacay, le Wantzie, le Soroué, le Louia ou Rouia, etc. A mesure qu'on descend cette rivière, le granite apparaît de plus en plus, formant lui-même des collines de 100 mètres et plus de hauteur, en ilots séparés de la chaîne de l'Umwurkwe.

Les reefs de *Stanley*, *Good Luck*, *Little gipsy jess*, etc., sont formés souvent de quartz glacé, rarement de quartz grenu saccharoïde; ce quartz glacé est souvent coloré, surtout en jaune clair; l'or est à l'état libre et forme des nuggets parfois très beaux, le reef atteint 2 mètres de puissance dans un encaissement de schistes presque au contact de la diorite : il est à flanc de collines, près des chutes d'eau de 12 mètres de hauteur de Watacay.

Tout un autre groupe de reefs est à quelques centaines de mètres de distance. Ce sont *Hardy*, *Puzzle*, *Homeward bound;* ils sont formés de quartz grenu à or fin de $0^m,60$ à $0^m,80$ d'épaisseur dans les schistes : le dernier était le plus riche; mais il présente une particularité curieuse : il s'arrête net à 2 à 3 mètres de profondeur, on n'a pu le retrouver au delà.

Le long du torrent suivant, le Wantzie river, la vallée est remplie d'alluvions aurifères où les noirs trouvent actuellement encore de beaux nuggets d'or; ils font des trous dans l'alluvion qu'ils lavent sur place, et arrivent, disent-ils, à en réunir pour une livre sterling par jour; on dit même qu'ils jettent les grosses pépites, comme entachées de sorcellerie, pour ne garder que l'or plus fin. Ces alluvions ont près de 1 kilomètre de longueur sur 100 mètres de largeur, la profondeur à laquelle on les lave est de $1^m,20$ à $1^m,50$; la rivière est assez forte au voisinage; les alluvions sont irrégulières, il y a de véritables poches riches.

En amont, le Wantzie sort de régions montagneuses inexplorées. Comme ces régions sont granitiques et, par suite, passent pour stériles en reefs aurifères, on n'y a

pas encore prospecté : cependant il est fort probable que c'est de là que viennent les alluvions. A l'entrée de ces gorges, au contact des schistes ardoisiers, on voit dans la rivière et sur ses bords de magnifiques affleurements de roches granitiques à éléments gigantesques : c'est une sorte de pegmatite avec de grands cristaux noirs de muscovite atteignant 15 centimètres. Nous n'avons pu détacher, sans les briser, ces cristaux parfaitement réguliers, terminés en pyramide à chaque extrémité. La roche est en bancs aplanis, formant comme des degrés immenses, phénomène difficile à expliquer.

On a donné le nom de *Kimberley*, à cause de la ressemblance, bien qu'éloignée, avec les immenses fouilles des mines de diamants, à d'anciennes fouilles situées près du Curmaputzie river, longues de 40 à 50 mètres, profondes de 15 à 20 mètres; tout autour, la roche est une diorite extrêmement dure, on n'y a point encore travaillé ; il s'agit peut-être d'une diorite aurifère. A quelques kilomètres de là viennent aboutir les schistes avec un reef de quartz puissant de 1 mètre par endroits, tenant de l'or et de la pyrite cuivreuse.

Au-delà du *Mont Mapondera* (granites érodés) sur le Louia ou Rouia, à 100 kilomètres de Salisbury, se trouve une très grande étendue de vieux travaux. C'est d'abord une excavation elliptique, longue de 60 à 70 mètres, large de 40, profonde de 7 à 8; le fond est rempli d'éboulis. Un nouveau puits de 15 mètres foncé tout à côté, suivi d'un travers-bancs de quelques mètres, a recoupé un reef de plus de 2 mètres formé d'une roche felspathique aurifère décomposée dans un encaissement de micaschistes très quartzeux. Ce feldspath se décompose en une sorte d'argile kaolinique. Il pouvait y avoir là le croisement de plusieurs reefs riches, ce qui aurait donné lieu au grand affouillement, ou bien c'est encore une diorite aurifère. Un peu plus loin deux autres séries de vieux travaux

marquent la place d'autres reefs récemment mis à jour par des puits de prospection : les premiers ont environ 100 mètres de longueur sur 25 à 30 de largeur, la roche est un micaschiste à mica doré ; les seconds ont 70 à 80 mètres sur 30 et sont formés d'une série de puits variant de 4 à 8 mètres de diamètre. Enfin, sur une étendue de 4 à 5 kilomètres carrés, le sol est couvert d'une quantité d'autres affouillements anciens, puits et tranchées. Les bords de la rivière avoisinante abondent en pierres polies et creusées, on en compte par centaines, les unes ayant dû servir pour le broyage et le lavage des reefs, les autres pour le broyage du maïs, la nourriture ordinaire des noirs.

Quittant ces affluents du Mazoé pour revenir en amont sur le Mazoé lui-même, nous retrouvons autour de la mine *Alice*, sur une étendue de plus de 20 kilomètres carrés, une quantité de vieux travaux ; il y en a partout, sur les flancs et les sommets des collines qui séparent les vallons des affluents du Mazoé.

A *Portora*, sur 300 mètres de longueur, les vieux travaux encombrent des collines hautes de 40 à 50 mètres, dont les crêtes sont couvertes de puits étroits entre des alignements de schistes argileux ; il s'agissait d'un reef quartzeux très large, mais formé de ramifications dans les schistes avec des intervalles schisteux. On appelle l'endroit la carrière d'or, *golden quarry*, mais il est impossible de dire maintenant la teneur en or de cette carrière: le quartz est foncé et en certains points très abondant en pyrites. La plaine au bas de la colline est couverte de travaux d'alluvions, et de pierres polies ou crucibles.

Le reef *Alice* est dans une région qui fait suite à la précédente et ressemble aussi à une ruche (***honeycombed***, disent les Anglais), tellement les vieilles fouilles y sont serrées et étendues. Le reef d'Alice est bien reconnu par sept puits, dont le plus profond a 50 mètres, étendus sur

près de 200 mètres de longueur, et prolongés vers les crêtes des montagnes par de vieux travaux continus. On a trouvé l'eau à 36 mètres de profondeur, ce qui a sans doute arrêté les anciens mineurs. Un autre reef est parallèle à celui d'Alice à 200 mètres environ au sud-ouest. La roche filonienne est formée surtout de quartz glacé à nuggets, plus rarement de quartz grenu à or fin. Les oxydes de fer abondent à la surface. Plus bas ce sont les pyrites de fer et de cuivre, la galène et un peu de blende. Le quartz est aussi riche en or libre à 50 mètres de profondeur qu'à 25. Le reef a $0^m,60$ à $0^m,80$ d'épaisseur, il est séparé en deux ou plusieurs leaders par des schistes qui tiennent également de l'or. L'encaissement est formé de schistes que le reef suit parallèlement. Les tas de minerai extrait que nous avons vu, montant à près d'un millier de tonnes, sont formés de blocs de quartz tenant presque tous de l'or libre, généralement en paillettes plutôt qu'en nuggets. L'abondance des eaux du Mazoé en cet endroit a permis d'installer une batterie de 10 flèches de 950 livres.

Le commissariat des mines du district de Mazoé est installé à 2 à 3 kilomètres de la mine Alice.

Le reef de *Vesuvius*, à 1 kilomètre et demi de distance du précédent, est du même genre, plus puissant, mais moins riche, reconnu sur 70 mètres de hauteur par un travers-bancs de 125 mètres. Ce reef est destiné à être exploité en même temps que celui d'Alice.

Dans le prolongement au nord-est du district de Mazoé, il faut citer les districts aurifères d'*Abercorn* et de *Mont Darwin*, mais nous ne les avons pas visités.

3° **District de lo Mogundis.** — La principale mine qu'on travaille dans ce district est celle d'Ayreshire. Les reefs sont principalement situés, comme nous l'avons dit, sur le versant occidental de la chaine de l'Umwurkwe,

comme celles de Mazoé sont sur le versant oriental. On suit des reefs tout le long du Maquatsie river, le principal affluent de l'Hanyani, et on en trouve aussi quelques-uns sur cette dernière rivière.

Le reef de *Mandora*, à 90 kilomètres de Salisbury, est un reef de quartz de $0^m,80$ à 1 mètre. Ce quartz est en général pauvre, mais il renferme des poches riches, probablement développées en colonnes. L'encaissement est formé par les schistes au toit et la diorite au mur. Les vieux travaux couvrent toute la légère élévation de terrain dans laquelle se trouve le reef. Ce reef est prolongé par une série de vieux puits où on trouve des quartz aurifères, puis il reparaît en relief, l'encaissement ayant été enlevé par les érosions atmosphériques, sur les propriétés *Times*, *Standard*, *Daily News*, etc.; on suit la diorite sur 8 à 10 kilomètres. La roche encaissante est formée de schistes chloritiques.

On arrive ainsi à la mine de *Ayreshire*. C'est un véritable dyke de diorite aurifère de plus de 20 mètres d'épaisseur; la zone aurifère s'étend même sur près de 100 mètres de puissance, mais les essais donnent une plus forte proportion d'argent que d'or. La diorite est à veines de quartz et de felsdpath, dirigée est-ouest; elle plonge à 80° vers le nord. Outre les granites et les gneiss, la roche encaissante est un schiste de structure granitique avec hornblende. Il y a deux grands affouillements anciens, tous deux de plus de 100 mètres de longueur, sur 25 de largeur, séparés par un intervalle non exploré long de 140 mètres. Ce dyke est situé entre les gneiss et une colline de granite en place et en boulders, un castel kopj. Les nouveaux travaux consistent en une série de puits dont le plus profond avait 25 mètres, et de galeries dont la longueur totale avait 200 mètres environ en septembre 1895. Nous avons vu de très beaux échantillons de diorite renfermant des nuggets d'or libre, on a eu

des essais de 21 onces et même de 102 onces à la tonne.

Ce reef est prolongé par celui qu'on appelle *Woodburne-Ayreshire*, nouvellement découvert et du même genre.

Le commissariat des mines du district de lo Mogundis est au voisinage des mines d'Ayreshire.

A 18 kilomètres plus loin au nord-ouest se trouvent les anciens travaux de *Chininga* près de Sinoia sur l'Hanyani river où l'on a mis à jour un reef de quartz de 0m,60 à 0m,80. Près de Sinoia également se trouvent les vieux travaux de Mtopota, les plus considérables qu'on ait encore découverts au Charterland ; ils l'ont été pendant notre séjour dans ce pays ; ils étaient entièrement cachés à la vue par d'épais fourrés de broussailles et de forêts. C'est une excavation elliptique de 100 mètres de diamètre sur 80 mètres et 25 à 30 mètres de profondeur. A partir d'ici, la diorite prend une très grande extension jusqu'à 160 kilomètres au nord vers le mont Gotha.

Toujours sur le versant occidental de l'Umwurkwe, mais à 60 kilomètres plus au nord, non loin du mont Gotha, sur le Dunde river, affluent de l'Hanyani, on a trouvé récemment de vieux travaux importants dans les gneiss et le granite. Les gneiss sont aurifères par lentilles plus ou moins quartzeuses ; on y voit de l'or libre. Les pierres polies se comptent par milliers dans cette région. Certains granites ont une disposition particulière des cristaux de mica rappelant la diorite orbiculaire.

Citons, enfin, à 60 kilomètres environ au nord-ouest des précédents, sur l'Angwa river, affluent de gauche de l'Hanynani, d'autres fouilles anciennes paraissant se rapporter à des reefs aurifères : elles ont plusieurs centaines de mètres de longueur, on leur a donné le nom de *Sheba old workings*. Plus on descend vers le Zambèze, plus les alluvions augmentent, et celles de l'Hanyani, comme celles du Mazoé, passent pour être encore aurifères.

Il existe dans le district de lo Mogundis d'autres reefs

que ceux que nous avons cités, mais ils sont moins bien reconnus et jusqu'à présent ne paraissent pas aussi importants.

C'est entre l'Angwa river et la courbe que fait le Zambèze à l'ouest de cette rivière, que se trouvent les grands dépôts de charbon nouvellement reconnus.

4° **District de Hartley Hills.** — Ce district, situé au nord-ouest de Salisbury, sur la rivière Umfuli et ses affluents, est divisé en trois parties : Upper Umfuli dont la mine *Béatrice* est la plus connue ; Hartley Hills proprement dit, avec la mine *Inez ;* et Lower Umfuli avec les reefs de *Gootooma.* Dans tout ce district on n'a encore installé qu'une batterie de 5 flèches de 750 livres sur les bords de l'Umfuli, à 1 kilomètre et demi de Hartley Hills.

C'est à Hartley Hills qu'a été installé le commissariat des mines du district.

L'endroit est ainsi appelé à cause de la présence de trois collines où M. Hartley, un chasseur bien connu de l'Afrique du Sud, avait établi son centre d'opérations. Ces collines n'ont guère que 30 à 40 mètres de hauteur et sont constituées par des roches éruptives dioritiques surgissant du milieu des schistes veinés de quartz, avec des reefs quartzeux minéralisés tenant un peu d'or.

Dans l'Upper Umfuli, la mine *Béatrice*, à 57 kilomètres de Salisbury au sud, est située à la limite des granites, au contact des schistes argileux métamorphiques, au voisinage de nombreux pointements de diorite. Il y a deux alignements de reefs, l'un sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche de l'Umfuli river. Sur la rive droite, les mines *Sunrise*, *Violet*, *Mascott* se font suite sur une longueur de près de 100 mètres d'anciennes fouilles ; le quartz qu'on y trouve est à grain fin. Ces travaux suivent parallèlement la rivière.

Sur la rive gauche de l'Umfuli, à 1.500 mètres en aval, les vieux travaux de *Béatrice* ont une plus grande extension; ils s'étendent sur 300 mètres de longueur, dans une direction brisée, et non tout à fait en ligne droite. La direction moyenne est du nord-est au sud-ouest, et le plongement du reef, recoupé dans les travaux récents, est de 35° à 40° au sud-est. En dehors de fouilles sans profondeur, les vieux travaux comprennent quatre tranchées, deux de 20 à 25 mètres de longueur, une sorte de puits circulaire de 3m,50 de diamètre, et la grande fouille de 35 à 40 mètres de longueur sur 10 à 12 de largeur. La profondeur ne dépasse pas 9 mètres, c'est-à-dire le niveau des eaux de l'Umfuli. On y a creusé à nouveau cinq puits, quatre de 9 mètres, et un de 15 mètres, où l'eau est très abondante. Ce reef est un quartz grenu à or libre, certains échantillons sont riches, il a 0m,60 à 0m,80 d'épaisseur. Un broyage de 100 tonnes, exécuté à la batterie de 5 pilons d'Hartley Hills et auquel nous avons assisté pendant une demi-journée, en septembre 1895, a rendu 563 onces d'or, soit 5 onces 1/2 par tonne. Cette batterie est à 100 kilomètres environ de Salisbury sur l'Umfuli.

On a trouvé quelques reefs autour des collines d'Hartley, comme *Salamander*, *Matchless*, etc., mais ils n'étaient pas travaillés lors de notre passage. On a eu 25 grammes par tonne sur 60 tonnes de Salamander passées au broyage.

Le district d'Hartley Hills ne commence guère qu'à 25 kilomètres au sud-est de la batterie et du commissariat des mines, dans une région infestée par le gros gibier et la mouche tsétsé, et où par suite l'on ne peut pénétrer avec des bœufs. C'est le Mombi river, un des affluents du Sanyati, qui prend sa source non loin de Gwelo. D'ailleurs au sud, ce district d'Hartley Hills est suivi sans interruption par le district minier de Gwelo (Sabakwe) dans le Matabeleland.

La région du Mombi commence par de belles collines boisées, formées de schistes et de diorites. Dans le reef *Harvester*, encore mal reconnu, le quartz renferme de l'or et du cuivre gris, avec des carbonates de fer et de cuivre près de la surface. Le quartz est grossièrement cristallisé.

Ce reef paraît se prolonger à l'ouest sur l'autre rive du Mombi, par ceux de *Duchess* et de *Concession Hills*. Nous n'avons vu à Duchess qu'un puits récent qui paraît avoir 18 à 20 mètres de profondeur dans les schistes.

Concession Hill, qui lui fait suite sans interruption, est une colline de schistes. Cette formation schisteuse forme ici une saillie en relief qu'on peut suivre sur plusieurs kilomètres. La colline a été recoupée par un puits de 15 mètres à travers les vieux travaux du sommet et venant rencontrer un travers-bancs, suivi d'une galerie en direction dans le reef intact à cette profondeur. Il y a, à peu près au même niveau et distant de 60 à 80 mètres, trois travers-bancs ayant recoupé le reef, ainsi reconnu sur près de 200 mètres de longueur : il varie de 1 jusqu'à 4 mètres de puissance ; c'est un quartz glacé mélangé de pétrosilex, très redressé, et tenant beaucoup d'oxyde de fer et un peu de cuivre. L'or est libre, en paillettes dans les cassures du quartz, et comme en peinture sur la paroi au contact des schistes, plutôt qu'en nuggets. Sur les territoires de Duchess et de Concession Hill on peut le suivre sur plus de 3 kilomètres de longueur.

Une seconde ligne de reefs est à 6 à 7 kilomètres au sud de celle-ci : on y a marqué des séries de claims : *Old Chum*, *Tenderfoot*, etc. Le quartz est plus fin qu'à Concession Hill, il est parfois grenu, mais les travaux sont encore bien rudimentaires ; on trouve l'eau à 9 ou 10 mètres de profondeur. A *Old Chum* cependant il y a un puits de 15 mètres ; les essais au panning sont souvent très bons. On a obtenu 35 onces sur 15 tonnes sans les

tailings. Ces reefs ne paraissent pas tenir de cuivre comme les précédents.

La troisième ligne de reefs possède la mine *Inez*, la principale du district, à 4 ou 5 kilomètres au sud de la précédente, soit à 135 kilomètres environ de Salisbury. Le cuivre y reparaît, et accompagné d'antimoine, mais non d'arsenic. La stibine prend parfois une grande importance, elle est tantôt en aiguilles, plus souvent en plaquettes de plusieurs centimètres d'épaisseur. Le reef a été suivi par quatre puits de 10 à 15 mètres et un autre de 60 mètres, pour lequel on a installé un treuil et une pompe à vapeur; on a creusé 250 à 300 mètres de galeries en deux étages. Le reef arrive à $1^m,50$ et $1^m,80$ d'épaisseur. Sur 40 tonnes on a obtenu 125 onces d'or, mais avec un minerai trié ; la teneur paraît plutôt faible en profondeur.

Enfin dans le *Lower Umfuli*, les reefs *Eiffel blue*, *Eiffel black*, etc., ont donné jusqu'à 26 onces par tonne pour certains échantillons à l'affleurement; le reef a $0^m,30$ à $0^m,60$, on l'a reconnu par des séries de puits de 10 à 14 mètres de profondeur, avec des amorces de galeries en direction, au contact de la diorite.

Passant à un autre affluent du Sanyati, le Sura Sura, nous trouvons les reefs de *Gootooma*, qui paraissent recouper les schistes. Sur la propriété *Primrose*, les vieux travaux sont interrompus sur une largeur de 3 à 400 mètres. On y a commencé tout récemment quelques travaux (septembre 1895).

3° **District de Victoria.** — A notre grand regret, nous n'avons pas eu le temps de visiter le district de Victoria, le premier découvert au Mashonaland, tout autour des ruines célèbres de Zimbabyé. Les reefs ne paraissent malheureusement pas avoir tenu en profondeur les promesses des affleurements.

A *Cotopaxi*, en 1894, un broyage de 1.018 tonnes avait rendu 385 onces d'or, soit 14 grammes par tonne ; dix pilons étaient en activité. Un nouveau broyage, de janvier à mars 1895, en trente-six jours, sur 995 tonnes, avait rendu 504 onces, soit 16 grammes.

Le *Victoria* reef, reconnu à 45 mètres de profondeur, avait rendu jusqu'à 4 onces.

Le *Zimbabye* reef, tout près des ruines, était un quartz à beaux échantillons.

Les *Standard* reefs étaient une série de cinq reefs de quartz entre les schistes ardoisiers et les grès, ayant rendu plus d'une once sur 156 tonnes ; l'un d'eux, reconnu sur 100 mètres de profondeur, était attaqué par trois niveaux sur 70 mètres d'allongement. Il y a une batterie de 5 pilons.

Le *Dickens* reef a rendu 900 onces pour 1.000 tonnes passées au broyage de la batterie de 5 flèches. Citons enfin le *St-Swithin* reef, le *Cambrian* reef, etc., du même genre.

Il y avait 20 pilons en activité dans le district de Victoria, alors que dans tout le reste du Mashonaland, il n'y en a encore que 20 d'installés et 10 attendant leur érection à Entreprise.

§ 3. — Le Matabéléland.

Le Matabéléland a été divisé en une série de districts miniers qui sont les suivants : Gwanda, Insiza, Belingwe, Selukwe, Shangani, Bembesi et Sabakwe.

Les reefs et les formations siuvent la même allure générale qu'au Mashonaland, les reefs sont près du contact des schistes métamorphiques avec le granite ou les diorites ; ils sont généralement discontinus et formés de suites de lentilles, les affleurements sont peu saillants.

Comme nous n'avons guère fait que traverser ce pays par Sabakwe, Gwelo, Selukwe, Buluwayo et Insiza, nous serons obligé d'être très bref.

Dans le district de Sabakwe, à 20 kilomètres environ de la halte que fait le *mail-coach*, au store ou magasin de Sabakwe, il y a trois reefs dont les affleurements sont bien marqués par les anciens travaux. La principale de ces vieilles fouilles atteint 50 mètres sur 25, les autres sont disséminées sur une longueur totale de 10 à 12 kilomètres. Parmi eux sont les *Athen's* reefs nouvellement reconnus par des puits de prospection de 10 à 12 mètres. Le quartz atteint 3^{m},50 de puissance. La région est formée de collines schisteuses, hautes de 40 à 50 mètres, permettant d'attaquer les reefs en travers-bancs. Les autres reefs en aval sont *Tiger*, *Ivanhoe*, *Monte-Christo*, etc.

Tout le long de la rivière de Gwelo, au sud-ouest de celle de Sabakwe, on a marqué une autre série de reefs. A *Chicago* et *Gaïka*, l'or est en veines de quartz dans les stéaschistes. Le reef de *Geelong* atteint plusieurs mètres de puissance.

Dans le district de Selukwe, à 35 kilomètres environ au sud-est de Gwelo, dans une région de collines boisées, existent plusieurs alignements de reefs parallèles, dirigés au nord et au sud-ouest, et dont les principaux sont *Balaklava*, *Bonsor* et *Tebekwe*.

Balaklava et *Bonsor*, qui se suivent, sont des reefs de quartz tenant de l'or libre en lamelles incrustées dans les fentes de quartz. L'encaissement est formé par les schistes métamorphiques et une roche granitique : syénite verte à mica foncé, tenant elle-même de l'or libre, le quartz pénètre la syénite : ce reef atteint 1^{m},20 d'épaisseur. Le *Bonsor* reef tient des pyrites, des pyrites arsénicales et de la galène.

A *Tebekwe* existe, entre autres, un reef qui paraît

intéressant. Il est bien marqué par les vieux travaux sur plusieurs kilomètres de longueur, et reconnu jusqu'à 35 mètres de profondeur par un puits vertical. Il est partiellement exploitable en galeries, car il traverse les collines à flanc de coteau. C'est un quartz à or libre qui paraît en certaines places recouper obliquement les schistes métamorphiques. Le fer existe en abondance dans la région, Iron stone range, Selukwe peak, Mont d'Or ou Mont Adair; au delà, les plaines granitiques sont couvertes de collines de granite ou *castle kopjes*, jusque vers Bembesi et Victoria.

Dans le prolongement de Tebekwe, les reefs de *Dunraven*, parallèles sur une largeur de 200 à 300 mètres, puissants de 1 mètre à $1^{m},50$, ont donné des essais de 16 onces.

On a trouvé de nombreuses fouilles anciennes près de *Belingwe*.

Dans le district de *Bembesi*, à 35 kilomètres au nord-est de Buluwayo, la mine Queen's a été la plus explorée. Cette mine est non loin de la route des mail-coachs dans des plaines rappelant celles de la mine Beatrice, au Mashonaland. Il y a deux reefs dirigés nord-est—sud-ouest, de $0^{m},80$ à $1^{m},50$ de puissance, au contact des schistes et de la diorite. Les essais dépassent quelquefois une once. Le puits principal est muni d'un treuil à vapeur et d'une pompe de Cornwall, véritable exception au Charterland.

Enfin, dans le district d'*Insiza*, le reef de *Nellie*, près d'un vieux fort, est un quartz glacé dans les schistes métamorphiques près des granites, au sud des montagnes nommées Matoppo Hills, régions de schistes et de diorites, très accidentées et boisées, coupées de ravins assez profonds.

Le district de *Tati* fait suite à ceux du Matabéléland, mais il ne fait pas partie de ce pays, il forme une concession séparée dans le Bechuanaland.

Le nombre de claims miniers, marqués dans le Matabéléland, lors de notre passage, dépassait 30.000 contre près du double au Mashonaland.

Conclusions.

Notre conclusion générale est que, si la généralité des reefs est de peu de valeur, à cause des conditions géologiques du Charterland, il est cependant probable qu'en quelques points où les vieux travaux sont particulièrement étendus, mais encore mal étudiés ou même non étudiés, on peut trouver une concentration suffisante et assez riche pour mériter des travaux importants et donner des résultats d'avenir.

Au point de vue de l'exploitation et de l'administration des mines, il y a lieu de faire quelques observations.

Les mines sont régies par une loi spéciale promulguée en 1895 et d'ailleurs sujette à des revisions, il est donc inutile d'entrer dans des détails. C'est une combinaison de la loi de l'or du Transvaal et de la loi des mines des États-Unis. Les formalités sont réduites à leur plus grande simplicité. Les deux caractères principaux de cette loi sont la concession des reefs aurifères sur toute leur profondeur et l'imposition d'un droit de 50 p. 100 prélevé par le Gouvernement sur les actions émises à la fondation de toute société d'exploitation.

Ce droit exorbitant de 50 p. 100 a été atténué jusqu'à 20 p. 100 pour quelques compagnies, et il est à souhaiter qu'il le soit toujours, car il suffirait à décourager bien des exploitants, quelles que soient les raisons qui l'ont fait instituer légalement.

La concession d'un reef en profondeur, accordée également aux États-Unis, entraîne de grandes difficultés, lors des rejets ou des croisements des reefs.

Le chef de l'Administration des Mines ou Ministre des Mines réside à Salisbury où sont centralisés les bureaux, mais il y a un autre bureau principal à Buluwayo et un commissaire des mines dans chaque district minier: on a vu que ces districts sont souvent immenses.

Quant à l'exploitation des mines, il paraît difficile d'y songer avant que le Charterland soit rendu plus abordable. Il n'existe encore que le télégraphe et le service des coachs traînés par des mules; ce service se fait deux fois par semaine de Mafeking à Buluwayo et à Salisbury, une fois par semaine de Pietersburg (Transvaal) à Buluwayo, et trois fois par semaine d'Umtali à Salisbury. La confection des routes ne consiste qu'à abattre les arbres qui gênent le passage et à aplanir un peu la côte au passage des rivières trop encaissées. Il est heureux que tout le haut plateau soit peu accidenté, sans cela il serait impossible de franchir, comme on le fait, en onze jours, les 1.300 à 1.400 kilomètres qui séparent Mafeking de Salisbury. Le pays fait l'effet d'avoir été improvisé : or cela est absolument insuffisant pour sa mise en valeur ; les transports sont impossibles, ou à des prix fantastiques, et il faut six mois et plus pour le transport des moindres machines ; les bœufs, qui ont commencé l'Afrique du Sud, sont un moyen extrêmement lent, et bon seulement pendant la période des débuts.

Les chemins de fer n'offrent aucune difficulté de construction à travers le haut plateau, et ne coûtent pas cher; on a pu poser un mille, ou 1.600 mètres, de rails dans une journée. La section de Mafeking à Palapye est près d'être terminée, en un an elle peut atteindre Buluwayo. Du côté d'Umtali, on presse activement le prolongement de la voie ferrée qui atteignait Chimoio lors de notre passage ; la section de Fontesville à Beïra est terminée tout le long de la rivière Pungwe, il reste à poser le pont de Fontesvilla sur la Pungwe, qui sera construit sur pieux à

vis. Ce chemin de fer aboutit à Beïra et se termine par un wharf en fer porté par des pieux à vis jusqu'à un tirant d'eau de 13 mètres; ce wharf était presque terminé le 21 août dernier, quand nous l'avons vu à Beïra.

Les chemins de fer sont non seulement l'indispensable moyen de transport, mais le plus puissant moyen de colonisation et de mise en valeur d'un pays nouveau. Le développement de l'agriculture doit accompagner parallèlement celui des mines, or nous avons dit tout le parti qu'on peut tirer de la plus grande partie du Charterland au point de vue de l'élevage, du fermage et de la culture des céréales.

NOTICE

SUR

LA VIE ET LES TRAVAUX

DE M. MASSIEU

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES

Par M. E. NIVOIT, Ingénieur en chef des Mines.

L'homme éminent dont je vais retracer la carrière était à peine connu de la foule, et ses travaux n'ont guère franchi le cercle restreint d'un petit nombre d'initiés. Dépourvu d'ambition, il n'a jamais brigué les honneurs ; sa vie s'est déroulée simple et modeste, tout entière consacrée au travail, sans autres délassements que les joies de la famille et les purs plaisirs de l'intelligence.

Une telle existence, d'une si belle unité morale, ne doit pas être laissée dans l'oubli. Elle mérite d'être fixée dans les *Annales* de notre Corps pour être offerte en exemple aux jeunes ingénieurs comme un modèle achevé d'honneur et de devoir.

François-Jacques-Dominique Massieu naquit à Vatteville (Seine-Inférieure) le 4 août 1832. Il ne connut pas son père, mort avant sa naissance. Heureusement sa mère était une femme intelligente et énergique, qui sut remplir dignement le double devoir que lui imposait son veuvage prématuré.

Il fit ses premières études à l'école primaire de son

village natal, puis à celle de la Mailleraye, dont l'instituteur lui donna quelques notions de latin.

Cet instituteur était un homme clairvoyant, qui n'eut pas de peine à deviner quels trésors d'intelligence renfermait ce jeune cerveau. Sur son conseil, Mme Massieu se décida à faire entrer son fils, alors âgé de quatorze ans, dans l'institution Guernet à Rouen. Il était difficile de faire un meilleur choix, car M. Guernet était rempli de sollicitude pour ses pensionnaires et s'entendait à les stimuler au travail et à exciter leur ardeur.

L'institution Guernet suivait les cours du lycée Corneille. Le jeune Massieu s'y trouva dès l'abord bien en retard sur ses condisciples, mais son assiduité et sa facilité de compréhension lui permirent de combler rapidement les lacunes de son instruction, de gagner la tête de sa classe et d'obtenir de brillants succès, aussi bien dans le domaine des lettres que dans celui des sciences. Ses qualités attachantes lui avaient valu l'affectueux intérêt de ses professeurs ; l'un d'eux, M. Vincent, qui lui avait enseigné les mathématiques spéciales, s'en souvint à propos plus tard quand il voulut passer son examen de doctorat, car c'est devant son ancien élève, devenu un maître à son tour, qu'il tint à soutenir sa thèse.

En 1851, M. Massieu était reçu à l'École Polytechnique. Il y fut atteint d'une grave fièvre typhoïde, qui ne nuisit cependant pas à ses études, car il put, à sa sortie, obtenir le service de son choix et entrer à l'École des Mines.

Durant les trois années réglementaires qu'il passa à cette dernière école, il suivit avec un égal succès tous les cours. Son esprit ouvert et bien équilibré était apte à aborder toutes les matières, si arides qu'elles fussent. Aussi, comme le rappelait son camarade de promotion, M. Noblemaire, dans le discours ému qu'il a prononcé à ses obsèques, ses camarades se demandaient « duquel de

leurs maîtres il continuerait le plus dignement les travaux ».

A la fin de sa première année, il fit l'étude de la voie du chemin de fer de Paris au Havre et à Dieppe, des ateliers de Sotteville et de quelques fabriques de produits chimiques des environs de Rouen, et il consigna le résultat de ses observations, avec son appréciation personnelle, dans un journal de voyage qu'il remit à l'Administration de l'École. Dans sa mission de deuxième année, il étudia le gîte de plomb argentifère de Vialas et le bassin houiller de Commentry.

Je n'ai pu retrouver les mémoires qu'il a rédigés sur ces gisements. Son journal de voyage, que j'ai eu entre les mains, porte bien l'empreinte de ces précieuses qualités de précision et de lucidité qui distinguent tous ses travaux.

En juin 1856, encore élève-ingénieur, il fut chargé du sous-arrondissement minéralogique de Privas. Mais il ne passa que quelques mois dans ce service, car, en mars 1857, il était envoyé à l'École des mineurs de Saint-Étienne, pour y professer le cours de minéralogie, de géologie et d'exploitation des mines.

Le 10 janvier de cette même année, il avait été promu au grade d'ingénieur ordinaire de 3e classe.

En 1859, le poste de Caen étant devenu vacant, il sollicita et obtint cette résidence, qui avait pour lui le grand avantage de le rapprocher de sa famille.

Il consacra dès lors à la science pure tous les loisirs que lui laissait son service administratif. C'est dans le calme de cette ville studieuse qu'il prépara ses deux licences, ès sciences mathématiques et ès sciences physiques, dont il subit brillamment les épreuves, puis son doctorat ès sciences mathématiques. Il soutint deux thèses, l'une de mécanique analytique, l'autre de physique mathématique, le 19 août 1861, à la Sorbonne, devant une com-

mission d'examen composée de Lamé, Delaunay et Puiseux.

La première de ces thèses remarquables est relative aux intégrales algébriques que l'on rencontre fréquemment dans les problèmes de mécanique pour lesquels il existe une fonction des forces. Reprenant une étude déjà faite en 1857 par M. Joseph Bertrand, mais dans laquelle ce savant s'était borné à examiner le mouvement d'un point dans un plan, M. Massieu envisage la question à un point de vue plus général. Il s'attache tout d'abord à rechercher les propriétés caractéristiques des intégrales algébriques et entières par rapport aux composantes des vitesses, puis il établit plusieurs principes à l'aide desquels il simplifie beaucoup l'examen des cas particuliers. Il arrive ainsi, sans calculs trop fastidieux, à trouver toutes les intégrales linéaires et quadratiques que peut admettre le problème du mouvement d'un point libre dans l'espace ou assujetti à rester sur une surface donnée.

Parmi les résultats de son étude, il en est deux qui ont acquis droit de cité dans la science et auxquels son nom est resté attaché :

1° Pour qu'il y ait une intégrale du premier degré dans le mouvement d'un point sur une surface, il faut et il suffit que cette surface soit développable sur une surface de révolution ;

2° Pour qu'il y ait une intégrale du second degré dans le mouvement d'un point sur une surface, il faut et il suffit que cette surface ait son élément linéaire réductible à la forme de Liouville.

Ces deux théorèmes sont d'une importance capitale dans la théorie des lignes géodésiques et ont servi de point de départ à divers travaux.

Dans sa seconde thèse, M. Massieu s'attaque à la double réfraction, l'une des questions de physique mathématique dont s'occupait le plus alors le monde savant.

Malgré les travaux de Fresnel, de Cauchy, de Lamé, on ne possédait que des théories incomplètes ou imparfaites, reposant toutes sur un certain nombre d'hypothèses. M. Massieu ne fait qu'une seule supposition : elle consiste à étendre aux milieux biréfringents ce fait, démontré expérimentalement pour les milieux monoréfringents, de la non-interférence des rayons polarisés à angle droit.

En s'appuyant sur cette hypothèse unique et se servant de la méthode de Mac Cullagh à laquelle il donne de grands développements, l'auteur établit d'une façon très élégante la surface de l'onde élémentaire, c'est-à-dire de l'enveloppe de toutes les ondes planes parties d'un même point dans toutes les directions. Cette équation le conduit tout naturellement aux propriétés des axes optiques et des axes de réfraction conique.

M. Massieu était désormais pourvu des titres nécessaires pour entrer dans l'Université. Aussi, en même temps qu'il était mis à la tête du sous-arrondissement minéralogique de Rennes (octobre 1861), il était chargé par le Ministre de l'Instruction publique du cours de géologie et de minéralogie à la Faculté des Sciences de cette ville, où il prenait la succession de Durocher, enlevé prématurément à la science. Il fut nommé professeur titulaire par décret du 13 août 1864.

C'est à Rennes qu'allait s'écouler la plus grande, et, je puis dire aussi, la plus heureuse partie de son existence, près d'un quart de siècle.

Il se maria en 1862. Il eut le bonheur de rencontrer en Mlle Morand, d'une honorable famille d'Orléans, une femme de cœur, dont l'affection vigilante et dévouée prit à tâche d'écarter de sa route toute préoccupation étrangère à ses études, l'assista discrètement dans ses travaux et lui rendit la vie douce et facile jusqu'à sa dernière heure. La naissance de deux enfants vint accroître le

charme de son foyer domestique. Il entoura leur éducation de tous ses soins, et il put, en quittant ce monde, emporter la suprême satisfaction d'avoir assuré leur avenir sur des bases solides. Son fils est officier de cavalerie dans un des régiments de la frontière de l'Est. Sa fille a épousé un ingénieur distingué du corps des Ponts et Chaussées, M. Louis Étienne, attaché à la Compagnie de Paris-Lyon-Méditerranée.

Le cours professé par M. Massieu durait trois ans et comprenait une soixantaine de leçons par an ; il comportait ainsi de grands développements.

M. Massieu consacrait une année entière à la minéralogie. La deuxième année, il étudiait dans le premier semestre la physique générale du globe et la géographie physique, dans le second les terrains primitif et primaire. Enfin, la dernière année, il employait le premier semestre à passer en revue les phénomènes géologiques actuels et les roches, le second à examiner les terrains secondaire, tertiaire et quaternaire.

Son enseignement était d'une grande clarté, et sans cesse il en perfectionnait les détails. Ainsi qu'en témoignent ses notes de cours, il n'apportait à ses auditeurs que des notions scrupuleusement étudiées et soigneusement mûries.

Parmi ses publications relatives à la géologie, je citerai la coupe géologique des terrains traversés par le chemin de fer de Rennes à Guingamp, et une note sur deux variétés de carbonate de fer monohydraté amorphe, trouvées en Bretagne (*).

Je mentionnerai également un mémoire inédit, que j'ai retrouvé dans ses papiers, sur le refroidissement d'une sphère homogène dont la température en chaque point ne

(*) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, tome LIX ; 1864.

dépend que de la distance de ce point à la surface de la sphère. Ce problème, qui offre un grand intérêt au point de vue de l'histoire du globe, avait déjà exercé la sagacité de plusieurs mathématiciens, entre autres de Poisson, mais certaines des théories de ce savant contiennent des erreurs d'analyse.

M. Massieu part d'une hypothèse simple sur l'état calorifique de la sphère ; il se borne à examiner le cas où celle-ci aurait été primitivement portée dans toutes ses parties à une même température. Assurément on ne saurait affirmer qu'à aucune époque, même quand il était entièrement fondu, le globe se soit trouvé dans cet état. Aussi la solution obtenue ne doit être regardée, ainsi que le constate si justement l'auteur, que comme un moyen de comparaison grâce auquel on peut, non pas reconstituer ce qui s'est réellement passé dans le refroidissement de la terre, mais se faire une idée de la loi générale qu'a suivie ce refroidissement, ainsi que de la durée de ses diverses phases.

M. Massieu donne quelques résultats numériques de ses formules. A la profondeur de 300 kilomètres, égale à peu près au 1/20 du rayon terrestre, en supposant que la température primitive soit de 3.000°, le refroidissement ne serait que de 0°,07 ; à la profondeur de 500 kilomètres, il serait insensible au bout de cent millions d'années.

M. Massieu avait aussi entrepris de dresser la carte géologique du département d'Ille-et-Vilaine, en se servant des documents recueillis par Lorieux et Durocher et les complétant par de nombreuses courses sur le terrain. Cette carte, à l'échelle de 1/160.000, fut l'objet d'une publication provisoire en 1886 ; la publication définitive ne put avoir lieu, car des travaux d'une tout autre nature vinrent bientôt détourner M. Massieu de ce projet et lui enlever le temps nécessaire pour mettre la dernière main à une œuvre d'aussi longue haleine.

C'est surtout dans le champ de la thermodynamique que M. Massieu a laissé la trace lumineuse de son passage. Il est probable qu'il a été encouragé à suivre cette voie, où le portaient d'ailleurs ses goûts personnels et la tournure de son esprit, par son collègue à la Faculté de Rennes, Athanase Dupré, qui a publié dans les *Annales de Chimie et de Physique* une série de mémoires sur la théorie mécanique de la chaleur.

Plus d'une fois celui-ci eut recours à l'esprit pénétrant et aigu de M. Massieu pour augmenter la rigueur de ses démonstrations ou pour jeter la lumière sur quelque point obscur; il se trouva même amené parfois, sur ses conseils, à abandonner des propositions hasardées. Il inséra d'ailleurs intégralement dans ses mémoires deux notes de son collaborateur (*) : l'une sur l'*attraction moléculaire*, l'autre sur le *travail de désagrégation complète*, ou travail total nécessaire pour séparer les molécules les unes des autres, malgré les forces d'attraction qui s'y opposent.

En 1870, M. Massieu présenta à l'Académie des Sciences son mémoire *sur les fonctions caractéristiques des divers fluides et sur la théorie des vapeurs*, dont je vais essayer de donner une idée succincte (**).

Tout le monde admet que l'état d'un corps est complètement défini quand on connaît deux des trois quantités qui représentent respectivement le volume de ce corps, sa température et la pression qui s'exerce sur sa surface. L'une quelconque de ces quantités doit être regardée, pour chaque corps, comme une fonction des deux autres, prises pour variables indépendantes.

En s'appuyant sur les principes fondamentaux de la thermodynamique et choisissant comme variables, soit le volume et la température, soit la pression et la tempéra-

(*) *Annales de Chimie et de Physique*, tomes VI et VII de la 4e série.

(**) *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences*, tome XXII, n° 2.

ture, M. Massieu établit, par un calcul simple, une équation dont les deux membres sont des différentielles exactes et de laquelle il déduit une fonction, indépendante de toute hypothèse, qu'il appelle *fonction caractéristique* du corps considéré, parce qu'elle renferme implicitement toutes les propriétés thermodynamiques de ce corps. Elle peut servir en effet à exprimer, soit par elle-même, soit par des dérivées partielles, la pression subie par le corps ou son volume (suivant les variables indépendantes que l'on a prises), l'entropie ou fonction de Clausius, l'énergie interne; puis, par des calculs un peu moins simples, les deux chaleurs spécifiques, l'une à pression constante, l'autre à volume constant, les deux coefficients de dilatation à pression et à volume constants, le coefficient de compressibilité.

M. Massieu applique ensuite sa théorie aux gaz parfaits, qui suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, aux vapeurs saturées, puis aux vapeurs surchauffées.

Pour les gaz parfaits, il ne découvre naturellement aucune propriété nouvelle, puisque les propriétés de ces corps sont précisément utilisées pour établir les expressions complètes des principes fondamentaux de la thermodynamique.

Pour les vapeurs saturées, il retrouve également, par une analyse élégante, des formules déjà connues et notamment celle qui permet de calculer la densité de la vapeur saturée sèche sous diverses pressions à l'aide des données expérimentales de Regnault. Son but, dans cette analyse, est de montrer la simplicité et la généralité de sa méthode.

En ce qui concerne la vapeur surchauffée, les éléments d'incertitude abondent, puisque la seule donnée expérimentale que l'on possède pour déterminer la fonction caractéristique, qui est la valeur de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau, varie avec la température et avec la

pression. L'auteur établit d'abord ses formules en dehors de toute hypothèse ; mais, pour les traduire en nombres, il est bien obligé de faire diverses suppositions.

Il admet en premier lieu que la chaleur spécifique de la vapeur d'eau est constante et que sa valeur est égale au chiffre trouvé par Regnault dans des conditions déterminées, ce qui revient à assimiler sous ce rapport les vapeurs à un gaz parfait.

C'est là une supposition parfaitement acceptable pour la pratique, si on ne tient pas à une très grande rigueur.

Or, l'industrie ne cherche pas à obtenir de fortes surchauffes, et c'est avec raison, car, ainsi que M. Massieu le fait voir théoriquement, elles seraient peu utiles dans les machines à vapeur disposées comme celles dont on se sert. L'avantage à peu près unique qu'elles procurent, c'est de réduire les pertes thermiques dues à la condensation dans le cylindre. Il suffit d'une faible quantité de chaleur, employée à surchauffer la vapeur admise, pour obtenir une réduction relativement importante dans la dépense de cette vapeur.

Dans une seconde hypothèse, l'auteur représente la chaleur spécifique par une formule à trois coefficients, qu'il est possible de calculer à l'aide de la loi connue des tensions maxima. Seulement, comme cette loi n'a pas un assez grand caractère de généralité, puisque l'intégrale contenue dans la formule qui la traduit est prise entre deux limites particulières, qui sont la température de saturation et une température infinie, on comprend qu'elle ne peut donner la forme d'une fonction, mais seulement la valeur numérique de certains coefficients. Cette seconde hypothèse fournit cependant des résultats beaucoup plus approchés que ceux qu'on obtient avec la précédente, où la chaleur spécifique est regardée comme constante, et elle doit lui être préférée lorsque les surchauffes deviennent un peu considérables.

La fonction caractéristique d'un corps est donc bien, comme on le voit, la condensation de toutes ses propriétés thermodynamiques. Il suffit, pour l'exprimer, d'un nombre restreint de coefficients numériques, et quand on a pu se procurer ces données, que l'on doit choisir parmi celles que l'expérience fournit le plus aisément, la théorie thermodynamique de ce corps est complète.

Elle jouit encore d'une propriété précieuse qui augmente beaucoup sa valeur scientifique et lui donne un grand intérêt philosophique. Elle constitue comme une sorte de pierre de touche, à l'aide de laquelle on peut mettre à l'épreuve tout énoncé relatif à la théorie mécanique de la chaleur et reconnaître s'il est pur d'alliage. C'est ainsi que M. Massieu a démontré l'inexactitude de certains théorèmes formulés trop hâtivement par voie d'analogie et qu'il a fait voir que d'autres, au lieu de correspondre à des vérités générales, s'appliquaient seulement aux corps d'une certaine catégorie.

La conception de la fonction caractéristique est le plus beau titre scientifique de M. Massieu. Un juge éminent, M. Joseph Bertrand, n'hésitait pas à déclarer, dans un rapport lu à l'Académie des Sciences le 25 juillet 1870, que « l'introduction de cette fonction dans les formules qui « résument toutes les conséquences possibles des deux « théorèmes fondamentaux semble pour la théorie un ser- « vice analogue et presque équivalent à celui qu'a rendu « Clausius » en rattachant le théorème de Carnot à l'entropie.

Un peu après la publication de ce remarquable mémoire, qui classa son auteur parmi les maîtres de la thermodynamique, M. Massieu fit paraître une note rédigée à la prière de quelques personnes qui s'étaient intéressées à son travail, et dans laquelle il donne un exposé complet des deux principes fondamentaux, qu'il avait acceptés sans les

discuter et sans les démontrer : l'un, connu sous le nom de principe de l'équivalence entre la chaleur et le travail, énoncé par Meyer, et l'autre, dû à Carnot, qui définit l'influence des températures sur les phénomènes dont les machines thermiques sont le siège.

Dans cette note, il ne fait qu'un usage très sobre des formules algébriques. Il pensait, avec le grand géomètre Lagrange, que si ces formules sont très utiles dans le développement d'une science, elles nuisent souvent à la clarté de l'exposition de ses principes.

Il y a une trentaine d'années, à l'époque où M. Massieu se livrait à ses recherches de mécanique rationnelle, la théorie mécanique de la chaleur n'était encore appliquée que dans des limites restreintes à l'étude des machines à vapeur. Dans l'enseignement on continuait le plus souvent à s'appuyer sur deux hypothèses dont l'inexactitude était pourtant bien démontrée. On admettait en effet que les vapeurs saturées suivent les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, qui ne sont déjà pas absolument rigoureuses pour les gaz à l'état parfait, et de plus que les vapeurs, lorsqu'elles se détendent dans un cylindre moteur, restent à saturation sans qu'il se produise ni surchauffe, ni condensation partielle.

A la vérité plusieurs savants, tels que Clausius, Zeuner, Rankine, Combes, Résal, avaient montré quelles conséquences pratiques on pouvait tirer de la nouvelle théorie et avaient donné quelques exemples numériques. Mais on n'avait pas encore établi de formules susceptibles d'être appliquées couramment dans les ateliers de construction et permettant, soit de discuter les avantages et les inconvénients de diverses dispositions adoptées dans les machines, soit de pressentir la valeur de modifications qu'on pourrait être tenté d'y introduire.

M. Massieu avait formé le projet de combler cette

lacune et de publier un essai d'une théorie rationnelle des machines à vapeur, fondée sur les principes fondamentaux de la thermodynamique. Il avait en sa possession tous les éléments de ce travail ; il ne lui restait qu'à les coordonner et à établir des tables numériques qui auraient été la traduction de ses formules les plus importantes.

Ce qu'eût été une telle œuvre, élaborée par un homme aussi admirablement préparé, on le comprend sans peine. Malheureusement, elle est restée à l'état de manuscrit inachevé. L'introduction et les deux premiers chapitres, comprenant l'exposé des principes, ainsi que l'étude des propriétés des gaz et des vapeurs, sont seuls terminés. La clarté y domine ; les calculs trop abstraits ont été évités avec le plus grand soin, ce qui en rend la lecture facile aux personnes qui ne possèdent que les premières notions du calcul infinitésimal. Le troisième chapitre, relatif aux vapeurs surchauffées, qui devait constituer la partie originale de l'ouvrage, n'est qu'ébauché.

Je ne puis résister au plaisir de citer quelques extraits de l'introduction, qui mettent bien en relief les idées si justes et si sensées de l'auteur.

« Rien n'est aussi délicat dans une science que son « point de départ . . . .

« L'influence des doctrines de Descartes, dont nous « n'avons pas su encore nous débarrasser, a été des plus « funestes pour l'esprit scientifique. Je n'oublie pas que « l'auteur du *Discours sur la Méthode* a donné parfois « d'excellents préceptes et qu'il a posé les bases de l'appli- « cation de l'algèbre à la géométrie; mais ces bonnes « choses sont presque une exception dans l'œuvre du « philosophe ; ce qu'il caresse le plus tendrement, ce « sont les principes fondamentaux du savoir humain, et « ces principes sont faux. Pendant longtemps, et malgré « les protestations si sensées de Pascal, ils ont enfermé la « science dans un dédale d'inextricables obscurités. . . .

« Malheureusement, quelques-uns des disciples de Des-« cartes vivent encore, et, l'esprit renforcé d'étrangetés « hégéliennes, ils essaient de faire sortir de quelques prin-« cipes abstraits, établis ou plutôt admis arbitrairement « *a priori*, toute une théorie de la nature, tout un cor-« tège de lois physiques qu'ils imposent, bon gré mal gré, « à la matière, interdisant ainsi rétrospectivement au « Créateur la puissance d'avoir pu faire autre chose que « ce que rêve leur imagination. Les personnes qui ont « parcouru les œuvres de Wronski savent où une pareille « manière d'agir peut conduire, et, lorsqu'on rentrera en « soi-même pour bien réfléchir, au lieu de vouloir rai-« sonner quand même, on reconnaîtra sans doute que le « meilleur moyen d'arriver à la connaissance des lois qui « régissent le monde est d'ouvrir les yeux pour le regar-« der et qu'on ne peut rien attendre de la dialectique si on « ne demande rien à l'observation.' . . . .

« Je maintiens qu'il faut soigneusement examiner d'où « l'on part, se rendre bien compte des principes qu'on « adopte, de leur valeur, de la confiance qu'on peut leur « accorder, qu'enfin il faut savoir si ces principes ne « devront avoir définitivement force de chose jugée « qu'après que l'expérience et l'observation en auront « surabondamment vérifié l'exactitude, ou bien s'ils sont « *a priori* des vérités nécessaires dont il est déplacé de « se méfier.

« Je confesse que j'appartiens à la classe des méfiants « et qu'en toute matière, sans exception, j'éprouve le « besoin de soumettre mes résultats à une vérification. Il « est si facile, si fréquent même, on peut dire, de faire « des fautes de calcul ou de raisonnement qu'on doit sans « cesse se mettre en garde contre les mouvements trop « précipités de l'esprit et contre les illusions séduisantes « de la découverte ou de la démonstration nouvelle d'un « principe. L'erreur est tellement humaine, dit Bravais

« en relevant une faute de Lagrange, qu'elle peut se « glisser sous la plume du plus illustre géomètre.

« Est-ce à dire qu'il faut se défier du raisonnement « dans la science et le mettre en tutelle ? Non, assuré- « ment ; mais il faut, avant d'en tenir les conclusions pour « sûres, en éplucher soigneusement le point de départ, « s'assurer si ce point de départ est incontestable et bien « défini et s'il ne s'y est pas glissé quelque subterfuge « spécieux ou séduisant ; c'est dans le point de départ « qu'est pour chaque théorie toute la difficulté, et c'est « pour n'y avoir point pris garde souvent que des raison- « nements irréprochables en eux-mêmes ont conduit aux « résultats les plus erronés.

« A quels caractères pourrons-nous donc reconnaître « que le point de départ de nos raisonnements, c'est-à- « dire nos principes scientifiques, méritent toute confiance « et qu'on peut en poursuivre toutes les conséquences « sans inquiétude ? Quelles peuvent être, pour autrement « parler, les bases sûres de toute théorie scientifique ? « Nous répondrons hardiment : *les faits seuls de l'obser- « vation et de l'expérience*. Il n'y a pas pour l'homme « d'autre moyen de connaître les lois de la nature ; c'est « là le seul fondement de toutes nos connaissances scien- « tifiques et même philosophiques, et en somme la science « n'est pas à mes yeux autre chose que la révélation « naturelle perçue par nos sens, et puis méthodiquement « coordonnée et raisonnée.

« C'est ce que pensait Bacon, le plus grand philosophe « peut-être de tous les temps, et c'est la méthode qu'ont « suivie les deux plus grands génies scientifiques que le « monde ait connus, Newton et Cuvier.

« Mais les faits d'expérience et d'observation que l'on « peut placer au frontispice d'une science ne sont pas « toujours assez nets, assez précis, surtout assez simples « et assez purs de tout mélange étranger, pour que l'on

« puisse en établir immédiatement l'exactitude et la por-
« tée d'une façon indiscutable. Il faut alors les admettre
« comme choses très probables et à l'état de postulata;
« mais aussi il ne faut pas négliger de vérifier par l'expé-
« rience un grand nombre des conséquences qu'on en
« déduit par le raisonnement, et ce n'est qu'après ces
« vérifications multipliées que les principes qui servent de
« base, de point de départ, à une théorie, peuvent être
« proclamés absolument certains.

« La géométrie elle-même, la science exacte par
« excellence, n'échappe pas à cette règle, et il est bon
« de le remarquer en passant . . . . »

Si M. Massieu n'a pas écrit davantage, c'est par excès de scrupule. Il était difficile pour lui-même et trouvait rarement ses idées dignes d'être publiées. Il avait le véritable esprit scientifique, qui consiste à n'être jamais satisfait, et il estimait que l'on doit avoir assez le respect de son lecteur pour ne lui présenter que des œuvres creusées à fond et rigoureusement mises au point. Aussi les ouvrages sortis de sa plume ne peuvent donner qu'une faible idée du travail acharné auquel il s'est livré pendant toute sa vie.

M. Massieu n'était pas seulement un professeur de grand mérite; c'était aussi un conférencier éloquent, qui s'entendait à faire vibrer son auditoire. Il choisissait volontiers comme thème l'une de ces questions philosophiques qui avaient tant d'attrait pour lui et sur lesquelles il aimait à porter ses méditations. Dans un discours qu'il fut chargé de prononcer à la rentrée des Facultés à Rennes, il déplore la scission qui s'est établie entre la science et la philosophie, ces deux branches des connaissances humaines si bien faites pour s'entendre et se prêter un mutuel appui :

« On a coupé l'homme en deux parties, l'âme et le « corps ; le philosophe a pris l'une, et le naturaliste l'autre « tous deux ont travaillé, étudié pour leur compte et se « sont perdus de vue, et nous nous trouvons aujourd'hui en « présence d'une dualité, commode peut-être, mais peu « rationnelle, en ce qu'elle néglige trop l'homme, pour « ne s'occuper que des deux éléments qui le constituent. « Or, en agissant ainsi, on court risque de se tromper. Si « un chimiste voulait connaître les propriétés de l'eau, les « chercherait-il dans celles de l'oxygène et de l'hydro- « gène ? Non, car il sait qu'il n'y a guère de rapport « entre les caractères d'une substance et ceux des corps « simples qui entrent dans sa composition.

« Pour étudier l'homme, il faut peut-être plus de « réserve encore ; son cadavre diffère assurément de son « être vivant ; son âme est un être, dont la morale nous « affirme l'existence, mais dont la philosophie ne peut se « flatter d'acquérir une connaissance précise, puisqu'elle « ne peut l'étudier à l'état de liberté ; la révélation peut seule « parler à cet égard. Mais ce que la science et la philoso- « phie peuvent et devraient peut-être uniquement étu- « dier, c'est l'homme indivisible et seul tangible pour « nous, où l'ange et la bête sont inséparables, qui a « un corps et des infirmités, mais aussi des passions et « des facultés, comme l'intelligence, la mémoire et la « raison. »

Je n'ai examiné jusqu'à présent que les travaux scientifiques de M. Massieu. Le savant chez lui ne faisait pas tort à l'ingénieur, et il apportait dans ses fonctions administratives la même conscience que dans son cours et ses recherches personnelles.

Son service à Rennes comprenait, outre un sous-arrondissement minéralogique, la direction d'un laboratoire de chimie, qu'il avait créé, où se faisaient gratuitement les

analyses pour l'industrie et l'agriculture, et un contrôle de chemin de fer.

Néanmoins il trouvait encore le moyen de suffire à bien d'autres tâches. Sa puissance de travail, unie à une heureuse organisation, était telle qu'il pouvait mener de front les occupations les plus diverses sans en négliger aucune.

Il avait été appelé de bonne heure à siéger au Conseil municipal de la ville de Rennes, où ses connaissances spéciales lui permirent de rendre des services signalés à ses concitoyens. Il eut à étudier de graves questions d'hygiène et de travaux, adduction d'eau, création d'un réseau d'égouts, reconstruction du lycée, établissement de nouveaux groupes scolaires. Sa compétence, universellement acceptée, le faisait toujours désigner comme membre des commissions les plus importantes, et celles-ci s'empressaient de le choisir comme rapporteur.

Son esprit souple lui permettait de se tenir à la hauteur de toutes les questions. Il en donna encore une preuve dans l'année terrible, où il se mit à la disposition du Gouvernement de la Défense nationale et où il fut chargé, avec son collègue M. Lechartier, professeur de chimie à la Faculté de Rennes, d'une mission à laquelle il n'était nullement préparé, mais que les deux savants parvinrent rapidement à mener à bonne fin.

Il s'agissait de l'installation d'une capsulerie, œuvre qui présentait de nombreuses difficultés, eu égard à la pénurie des ressources et des moyens d'action mis à leur disposition. Le procédé nouveau qu'ils durent imaginer fut apprécié en termes flatteurs par le Comité de l'Artillerie dans sa séance du 11 janvier 1872 :

« MM. Massieu et Lechartier méritent des éloges pour « la manière dont ils ont résolu, en très peu de temps et « avec des moyens fort restreints, le problème si difficile « du chargement des capsules. Leur procédé peut rendre « des services à certains moments. »

M. Massieu s'était créé une grande situation à Rennes. Aussi, quand la réorganisation des services de contrôle l'appela en 1886 à la résidence si enviée de Paris, en qualité d'Ingénieur en chef du contrôle de l'Exploitation technique des chemins de fer de l'Ouest, ce ne fut pas sans un vif sentiment de regret qu'il quitta cette ville, où il était entouré de l'estime générale et où il possédait de précieuses sympathies. Il dut en même temps renoncer à son cours de la Faculté ; toutefois, à la grande satisfaction de ses collègues, ses relations avec l'Université ne furent pas rompues, car il fut d'abord mis en congé par le Ministre de l'Instruction publique, puis un décret du 9 février 1889 le nomma professeur honoraire.

A ce moment de sa carrière il était ingénieur en chef de première classe depuis le 29 juillet 1882. Il avait été promu à la seconde classe de ce grade le 15 mai 1877, et nommé chevalier de la Légion d'honneur le 11 août 1869.

Il ne resta pas longtemps au contrôle de l'Ouest, car, le 21 décembre 1887, il était élevé au grade d'Inspecteur général des mines et devenait Directeur du contrôle des chemins de fer de l'Est.

Peu de temps après, il était désigné pour faire partie de la Commission militaire supérieure des chemins de fer et de la Commission de la carte géologique détaillée de la France.

Une dernière récompense l'attendait : c'est celle de la croix d'officier de la Légion d'honneur, qui lui fut décernée par un décret du 4 janvier 1892.

Dès son arrivée à Paris, M. Massieu se consacra exclusivement à ses fonctions de contrôleur. Il laissa de côté toute autre occupation et donna tout son temps à ce service délicat, qui a pris une si grande importance, surtout à la suite des conventions entre l'État et les grandes Compagnies de chemins de fer.

Pendant son séjour à Rennes, il avait déjà été amené

à étudier diverses questions se rattachant à l'exploitation des voies ferrées et, comme dans tout ce qu'il entreprenait, il y avait donné sa mesure.

C'est ainsi qu'ayant été chargé par l'Administration de suivre les essais auxquels devait être soumise, sur la ligne de Vitré à Fougères, une locomotive articulée de M. Rarchaert, il ne se contenta pas de remplir strictement sa mission, mais fit de cette machine une étude théorique très complète au point de vue cinématique et au point de vue dynamique.

Le mémoire de M. Massieu fut jugé si remarquable que, sur le rapport de Callon, la Commission des règlements et des inventions concernant les chemins de fer en demanda l'insertion dans les *Annales des Mines* (*).

La préoccupation à laquelle répondait l'invention de M. Rarchaert était d'obtenir un moteur économique pour l'exploitation des lignes secondaires à profil accidenté. Comme ces lignes offrent souvent à la fois des courbes serrées et de fortes déclivités, il faut, d'une part, que les roues de la machine s'inscrivent dans ces courbes et, d'autre part, que l'adhérence fournie par le poids total puisse être utilisée complètement, ou à peu près.

La question était donc complexe, et jusqu'alors les tentatives faites par les constructeurs pour réaliser, avec un moteur unique, l'adhérence totale et la convergence des essieux, n'avaient abouti à aucun type pratique ; on sacrifiait, suivant les cas, l'une de ces conditions à l'autre.

La locomotive Rarchaert, considérée comme véhicule, consiste en un wagon américain, sur lequel est installée la chaudière à vapeur et qui est muni, dans sa partie centrale, d'un faux essieu coudé au milieu, destiné à servir d'essieu moteur. Les deux essieux de chaque truck sont accouplés, à la manière ordinaire, par des bielles hori-

(*) *Annales des Mines*, 7e série, tome X, 1877.

zontales articulées à des manivelles égales calées sur ces essieux. L'essieu de chaque truck qui est le plus rapproché du faux essieu central présente en son milieu, comme ce dernier, un coude formant manivelle, et ces trois coudes sont reliés par une bielle rigide, très résistante, de forme triangulaire, qui n'a pas de point mort.

Le côté caractéristique du système réside, comme on voit, dans l'accouplement de deux groupes d'essieux convergents, au moyen d'une bielle unique et sans point mort. On transmet ainsi le travail moteur du cylindre aux quatre essieux sans diminuer la liberté d'oscillation en plan des trucks et en utilisant totalement, pour la traction, leur adhérence sur les rails.

M. Massieu examine avec beaucoup de soin dans son mémoire toutes les causes de nature à altérer la stabilité de cette machine. Il passe en revue les perturbations qu'elle peut subir par suite de l'action de la vapeur, des réactions d'inertie des pièces animées d'un mouvement relatif régulier, et des actions extérieures telles que la réaction des rails et la résistance du train.

Il constate que la solution de M. Rarchaert n'est pas rigoureusement géométrique, inconvénient qui se manifeste surtout dans le franchissement des irrégularités de la voie, et que cette machine est inférieure aux autres sous le rapport de la stabilité; elle a notamment une tendance plus prononcée au mouvement de roulis, facilité par le mode de suspension du châssis général, qui ne repose en principe que sur les deux sections étroites des chevilles ouvrières.

Toutefois ces défauts n'ont, d'après M. Massieu, qu'une importance limitée, et il lui paraît que l'on ne saurait que se féliciter d'acheter à si bas prix le moyen d'exploiter des lignes à profil accidenté, tout en ménageant la conservation de la voie.

La locomotive Rarchaert n'a reçu aucune application et

elle n'a plus qu'un intérêt historique. D'autres solutions ont prévalu; mais l'étude si consciencieuse de M. Massieu n'en reste pas moins un modèle de critique scientifique.

Un autre mémoire, consacré spécialement aux freins gardés, peut encore servir de guide aux ingénieurs, malgré la généralisation de l'emploi de l'air comprimé dans les trains de voyageurs (*).

M. Massieu porta surtout son attention sur les questions de sécurité, notamment sur les signaux et les enclenchements, qui ont acquis une importance de premier ordre dans l'exploitation des chemins de fer.

Les enclenchements sont bien venus à l'heure où on ne pouvait plus s'en passer. La circulation est maintenant si intense, les manœuvres tellement multipliées, que, sans ces appareils, il ne serait plus possible d'exploiter les grandes lignes qu'au prix de graves dangers. Ils évitent tout accident de train, à la condition formelle, bien entendu, que les signaux soient rigoureusement observés par les mécaniciens, car, quoi qu'on fasse, on n'empêchera jamais les conséquences des fautes humaines.

On sait qu'ils consistent en des liaisons mécaniques établies entre des appareils de la voie, de telle sorte que les uns ne peuvent occuper une certaine position sans que les autres aient reçu préalablement une situation déterminée.

Cette idée féconde est très simple en théorie, mais la réalisation ne laisse pas d'en être compliquée dans une gare importante où il y a à manœuvrer de nombreux appareils, aiguilles, signaux, traversées de voies, jonctions, plaques tournantes, etc., car il faut s'arranger de manière à rendre impossibles toutes les positions dangereuses.

(*) *Annales des Mines*, 8e série, tome XIX, 1891.

En concentrant sur cette question toutes les ressources de son esprit souple et inventif, M. Massieu est parvenu à créer une méthode ingénieuse au moyen de laquelle l'examen d'un projet d'enclenchement se réduit, pour ainsi dire, à une vérification mécanique. Cette méthode vise principalement les enclenchements binaires simples, dans lesquels la solidarisation n'est réalisée qu'entre deux leviers d'appareils ; ce sont de beaucoup les plus nombreux.

On dresse un tableau à double entrée, analogue à une table de multiplication, et l'on y porte tous les enclenchements, tant directs qu'indirects, de chaque levier avec les autres leviers du même poste. Quant aux enclenchements multiples, on ne saurait les y faire entrer sous peine de nuire à la précision ; il est plus pratique de les mentionner à côté, sauf à y renvoyer au besoin.

En combinant ce tableau avec le croquis de la position normale des appareils, on s'assure aisément si toutes les combinaisons exigées par la sécurité ont été prévues. On peut également reconnaître, par un simple coup d'œil, s'il y a dans le projet des enclenchements surabondants ou incompatibles.

Dans les dernières années de sa vie, M. Massieu, cédant aux sollicitations de ses collègues des autres réseaux, avait entrepris la rédaction d'un mémoire destiné à faire connaître sa méthode avec tout le développement qu'elle comportait.

Ce mémoire est à peu près terminé, et il pourra sans doute être livré bientôt à la publication, après de légères retouches auxquelles la mort n'a pas permis à l'auteur de procéder.

Dans une première partie, qui a pour but d'éviter au lecteur la nécessité de se reporter aux écrits parus sur la matière, M. Massieu rappelle succinctement les principes et la signification des différentes sortes d'enclenche-

ments; il indique les solutions que fournit, pour les réaliser, le système Vignier horizontal pris comme type, parce que c'est celui qui lui paraît se prêter mieux que tout autre à la représentation graphique des liaisons, et enfin il montre les rapprochements que l'on peut faire entre ses dispositions et celles des autres systèmes.

La seconde partie est consacrée à l'exposé détaillé de la nouvelle méthode. Plusieurs exemples, choisis sur divers réseaux français, montrent comment elle peut servir à l'étude complète d'un poste à leviers plus ou moins nombreux.

Les rapports que M. Massieu avait à rédiger sur différents objets de son service se distinguaient toujours par l'ordre dans l'exposition et par la rigueur dans les conclusions ; la recherche, parfois peut-être un peu minutieuse, du détail n'y nuisait pas à la largeur des vues. Nombre d'entre eux sont restés comme des modèles que l'Administration faisait autographier et distribuer aux autres services.

Dans les conseils, M. Massieu avait acquis une grande et légitime autorité. Il savait communiquer sa conviction à ses auditeurs et faire triompher ses idées, toujours marquées au coin du bon sens, par sa parole nette et incisive.

Comme directeur du contrôle, il était ferme, mais sa fermeté était tempérée par son extrême bienveillance et sa courtoisie. Il soutenait et encourageait son personnel, tout en exigeant de lui une grande somme de travail. Aussi il avait conquis l'estime et l'affection de tous ceux qui servaient sous ses ordres, et son souvenir restera longtemps vivant parmi eux.

M. Massieu avait une intelligence largement ouverte à toutes les belles choses des arts et des lettres. La musique le passionnait. Sa conversation, toujours intéres-

sante, abondait en aperçus ingénieux et en fines remarques.

Aux dons de l'intelligence et de l'esprit, il joignait les plus précieuses qualités morales. Cet homme, irréprochable dans sa vie, avait le sentiment profond du devoir et l'accomplissait simplement ; il était d'une droiture et d'une loyauté à toute épreuve ; on le trouvait toujours empressé à rendre service, sans épargner son temps ni sa peine. Dans la haute situation où son mérite l'avait conduit, il était resté de goûts modestes et d'un abord facile ; le charme de ses relations, l'affabilité de ses manières, la douceur pénétrante de son caractère séduisaient tous ceux qui l'approchaient.

Pendant les vacances de 1895, la santé de M. Massieu commença à inspirer des inquiétudes à sa famille. Il parut cependant se remettre lorsqu'il revint à Paris en octobre; mais son organisme était profondément atteint ; dans le courant de janvier 1896, ses forces trahirent son courage, et il dut s'aliter. Les soins les plus dévoués ne purent triompher du mal, et il s'éteignit doucement le 5 février 1896, dans toute la plénitude de ses facultés, à l'âge de 63 ans et demi.

Il fut enterré dans l'humble cimetière de son village natal, à l'ombre de la vieille église où, chrétien convaincu, il avait souvent prié. Une foule nombreuse et recueillie escortait sa dépouille mortelle, et ce n'est pas sans émotion que celui qui écrit ces lignes constata en quelle vénération cet homme de bien était tenu par ses compatriotes, auxquels il n'avait jamais refusé une aide discrète ou un conseil prudent et avisé.

BULLETIN

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE ET MÉTALLURGIQUE DE L'AUTRICHE EN 1895.

NATURE DES PRODUITS	QUANTITÉ	VALEUR SUR PLACE	PRIX MOYEN
	tonnes	francs	fr. c
1° *Mines.*			
Houille	9.722.679	84.237.885	8,66
Lignite	18.389.147	86.261.114	4,69
Roches asphaltiques	404	20.051	49,63
Minerai de fer	1.384.911	7.339.318	5,30
— de plomb	12.919	2.181.613	168,95
— de cuivre	7.435	708.635	95,34
— de zinc	25.863	949.295	36,80
— d'étain	24	6.313	263,00
— d'or	104	96.323	926,18
— d'argent	18.113	5.266.289	312,83
— de mercure	86.683	1.969.128	22,71
— d'antimoine	695	137.332	197,60
— de manganèse	4.352	102.752	23,62
— de bismuth	186	12.100	65,00
— de wolfram	35	22.610	640,00
— d'urane	31	127.850	4.111,00
— de soufre	830	20.484	24,70
Graphite	28.443	2.434.854	85,70
Sel	311.597	59.974.935	192,47
2° *Usines.*			
Fonte	778.510	68.596.116	88,11
Plomb et litharge	10.120	3.711.639	366,76
Cuivre	865	1.138.423	1.316,00
Zinc	6.456	2.707.120	419,31
Etain	60	124.824	2.091,00
Mercure	535	2.886.225	5.391,00
Antimoine (régule et oxyde)	296	227.317	767,96
	kilogr.		
Or	75	288.380	3.840,00
Argent	40.081	6.236.733	155,60
Sels d'urane	4.470	158.100	35,37

(*Extrait du* Statistiches Jahrbuch des K. K. Ackerbau-Ministeriums für 1895.)

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE DE L'ITALIE EN 1895.

NATURE DES PRODUITS	QUANTITÉS	VALEUR	PRIX moyen	NOMBRE d'ouvriers
1° Production des mines.				
	tonnes	francs	fr. c.	
Minerai de fer	183.371	2.028.556	11,06	1.731
— de manganèse	1.569	70.640	45,02	83
— de cuivre	83.670	1.837.580	21,96	1.260
— de zinc	121.197	7.714.523	63,65	
— de plomb	30.632	4.066.618	132,75	10.135
— de plomb et zinc	784	66.632	84,99	
— d'argent	870	641.366	737,20	700
— d'or	7.099	649.434	91,48	483
— d'antimoine	2.241	201.270	89,81	213
— de mercure	10.504	833.399	79,34	501
— d'étain	13	3.640	280,00	6
Pyrite de fer	38.586	428.707	11,11	619
Combustibles minéraux	305.321	2.167.774	7,09	2.361
Minerai de soufre	2.381.389	14.638.093	6,14	22.201
Sel gemme	18.710	280.097	14,97	366
Sel de sources	10.605	270.856	25,54	155
Asphalte et bitume	46.713	1.023.751	21,91	705
Pétrole	3.594	930.496	258,90	134
Gaz hydrocarburé	25.000^{m3}	7.500	0,30	»
Eaux minérales	20.900^{tnes}	249.800	11,95	12
Alunite	7.000	28.000	4,00	88
Acide borique	2.633	921.550	350,00	351
Graphite	2.657	42.997	16,18	48
Totaux	»	39.103.279	»	42.152
2° Production des usines minéralurgiques.				
	tonnes	francs	fr. c.	
Fonte	9.213	1.039.738	112,85	853
Fonte de 2° fusion	10.287	1.657.376	161,11	
Fer	163.824	34.814.186	212,51	9.852
Acier	50.314	18.971.281	377,05	
Tôles étamées	5.860	2.776.800	473,85	280
Cuivre et alliages de cuivre	2.375	2.886.760	1.215,47	(*)1.802
Plomb	20.353	5.394.601	265,05	
Argent	44.189^{kg}	5.037.299	113,99	838
Or	280^{kg}	997.262	3.565,40	
Antimoine	423^{tnes}	284.930	673,59	41
Mercure	199	946.540	4.756,48	108
Agglomérés de charbon minéral	431.300	11.190.420	25,94	500
Agglomérés de charbon végétal	20.170	1.447.400	71,76	229
Soufre raffiné	75.329	5.627.469	74,70	442
Soufre en poudre	91.517	7.365.313	84,80	1.105
Sel marin	448.335	4.787.646	10,67	3.432
Asphalte et bitume	14.491	379.598	26,19	153
Pétrole, benzine, etc.	4.191	2.204.764	526,07	61
Gaz d'éclairage : Gaz	163.762.995^{m3}	35.550.615	0,217	4.197
Gaz d'éclairage : Produits secondaires (coke, goudron, eaux ammoniacales)	453.989	14.255.337	»	
Totaux	»	157.615.335		28.563

(*) Y compris les ouvriers occupés au laminage de 6.133 tonnes de cuivre en laiton.

(*Extrait de la* Rivista del servizio minerario nel 1895.)

INDUSTRIE MINÉRALE DE LA RUSSIE EN 1894.

Le journal russe *le Messager des Finances* a puisé dans le « Rapport du Département des Mines » les éléments d'une étude sur l'état de l'industrie minérale en Russie pendant l'année 1894. Cette étude ne s'étend pas à toutes les substances minérales et métalliques extraites ou fabriquées dans l'Empire ; elle donne toutefois, sur la houille et l'industrie sidérurgique, notamment, des renseignements intéressants. On en a tiré quelques données statistiques résumées ci-dessous.

Industrie houillère. — L'industrie houillère de la Russie est concentrée principalement dans le Midi (bassin du Donetz) et en Pologne (bassin de Dombrowa). La production respective de ces bassins, en 1894, a été de 4.813.600 tonnes pour le premier et 3.315.300 tonnes pour le second.

A la suite de ces deux centres importants d'exploitation viennent les houillères de l'Oural, qui ont donné 263.000 tonnes ; celles du centre, 194.000 tonnes ; celles du Caucase, 29.300 tonnes ; et celles de Kouznetzk dans l'Altaï, 13.600 tonnes.

La production totale des mines de houille a atteint 8.628.800 tonnes contre 7.539.200 tonnes en 1893, soit une augmentation de 14,5 p. 100.

Fonte, fer, acier. — La production de la fonte a atteint, en 1894, le chiffre total de 1.310.400 tonnes, et dépasse de 155.600 tonnes celle de l'année précédente. La majeure partie en est toujours fournie par les usines privées, qui ont livré à la consommation 1.220.300 tonnes, soit plus des 93 centièmes du total.

La production de l'acier suit également une marche ascendante, au contraire de celle du fer qui va en diminuant depuis quelques années. On trouvera dans le tableau suivant la production de ces deux dérivés de la fonte en 1893 et en 1894 :

	1893	1894
Fer............	439.900 tonnes	430.000 tonnes
Acier..........	469.900 —	491.700 —

Ce dernier nombre comprend 242.500 tonnes de rails, contre 227.000 en 1893.

D'après la nature du combustible employé, la fabrication de la fonte en Russie peut être divisée en deux catégories principales : la fabrication au charbon de bois et la fabrication au coke.

La première se pratique principalement dans l'Oural et dans les environs de Moscou, dans la Finlande, un peu dans le Midi. En dehors de la Finlande, il a été obtenu, en 1894, 700.300 tonnes de fonte au combustible végétal.

La fabrication au coke est surtout en usage dans le Midi et en Pologne. La production a été de 565.700 tonnes. Elle a doublé depuis cinq ans, et il n'est pas douteux que la fabrication au coke ne prenne, en peu d'années, une place prépondérante en Russie comme ailleurs.

Minerai de fer. — Le développement de la production de la fonte a naturellement entraîné celui de l'extraction du minerai de fer. La production de ce minerai a passé de 1.673.000 tonnes en 1893 à 2.107.000 tonnes en 1894.

Cuivre. — La production du cuivre et l'extraction du minerai de cuivre sont concentrées principalement dans l'Oural et au Caucase. La production des usines s'est élevée à 5.133 tonnes contre 5.160 tonnes en 1893. Cette production est loin de suffire à tous les besoins de la Russie, qui importe annuellement des quantités considérables de cuivre (12.138 tonnes en 1894).

Zinc. — L'industrie du zinc se trouve tout entière en Pologne; toutefois, des mines de cette substance ont été mises récemment en exploitation dans le Midi, et il se pourrait qu'on y installât un centre de fabrication du zinc. La quantité de zinc brut produite en Pologne a été de 5.014 tonnes en 1894, ce qui présente une augmentation de 492 tonnes par rapport à l'année antérieure. Pour le zinc comme pour le cuivre, l'importation est considérable: elle a été de 8.288 tonnes en 1894.

Mercure. — La fabrication du mercure est localisée dans le gouvernement de Ekaterinoslav, où il a été produit 196 tonnes de mercure en 1894, soit 5 tonnes de moins qu'en 1893.

Manganèse. — La production de ce minerai a été de 244.311 tonnes en 1894, inférieure de 5.079 tonnes à celle de l'année précédente. Les centres d'exploitation les plus importants se trouvent dans le Caucase et dans le Midi de l'Empire. La production des gisements locaux a augmenté de 8 p. 100 environ au Caucase, mais celle du Midi a baissé de 23 p. 100. Ce résultat est dû principalement à l'infériorité du minerai extrait.

(*Extrait du journal russe* Le Messager des Finances, de l'Industrie et du Commerce.)

ANNALES

DES MINES

Les ANNALES DES MINES sont publiées sous les auspices de l'Administration des Mines et sous la direction d'une Commission spéciale, nommée par le Ministre des Travaux publics. Cette Commission, dont font partie le directeur des routes, de la navigation et des mines et le directeur du personnel et de la comptabilité, est composée ainsi qu'il suit :

MM.

LINDER, inspecteur gén. des mines, *président.*

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, insp. gén., direct de l'Ecole sup. des mines.

ORSEL, inspecteur général.

LORIEUX, d°

VILLOT, d°

PESLIN, d°

VICAIRE, inspect. gén., professeur à l'Ecole supérieure des mines.

CARNOT, insp. gén., inspecteur de l'Ecole supérieure des mines.

AGUILLON, insp. gén., professeur à l'Ecole supérieure des mines.

KELLER, insp. gén., secrétaire de la Commission de la statistique de l'industrie minérale.

MM.

WORMS DE ROMILLY, inspecteur général.

CHEYSSON, insp. gén. des ponts et chaussées, professeur à l'Ecole supérieure des mines.

POTIER, ingénieur en chef, prof. à l'Ecole supérieure des mines.

LEDOUX, d°

DOUVILLÉ, d°

BERTRAND, d°

LE CHATELIER, d°

LODIN, d°

SAUVAGE, ing. des mines, profes. à l'Ecole supérieure des mines.

HUMBERT, d°

TERMIER, d°

DE LAUNAY, d°

ZEILLER, ingénieur en chef, *secrétaire de la Commission.*

L'Administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des ANNALES DES MINES pour être envoyés soit, à titre de don, aux principaux établissements nationaux et étrangers consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange, aux rédacteurs des ouvrages périodiques, français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts.

Les lettres et documents concernant les ANNALES DES MINES doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des Travaux publics*, à M. l'ingénieur en chef, secrétaire de la Commission des ANNALES DES MINES.

Les auteurs reçoivent *gratis* 20 exemplaires de leurs articles.

Ils peuvent faire faire des tirages à part, à raison de 9 francs par feuille jusqu'à 50, 10 francs de 50 à 100, et 5 francs en plus pour chaque centaine ou fraction de centaine à partir de la seconde. — Le tirage à part des planches est payé 10 francs par planche et par cent exemplaires ou fraction de centaine. Les planches extraordinaires sont payées au prix de revient.

Le brochage, y compris couverture imprimée et faux frais, est payé, pour une feuille seule ou une fraction de feuille, 3 francs le premier cent et 1f,25 pour chaque centaine ou fraction de centaine en plus. Pour chaque planche, ou chaque nouvelle feuille de texte, il sera payé 0f,25 par chaque centaine d'exemplaires.

La publication des ANNALES DES MINES a lieu par livraisons, qui paraissent tous les mois.

Les douze livraisons annuelles forment trois volumes, dont deux consacrés aux matières scientifiques et techniques, et un consacré aux actes administratifs et à la jurisprudence. Ils contiennent ensemble 120 feuilles d'impression et 24 planches gravées environ.

Le prix de l'abonnement est de 20 francs pour Paris, de 24 francs pour les départements et de 28 francs pour l'Etranger.

Tours. — Imprimerie DESLIS FRÈRES.

ANNALES
DES MINES

PARTIE ADMINISTRATIVE

OU

RECUEIL

DE LOIS, DÉCRETS, ARRÊTÉS ET AUTRES ACTES

CONCERNANT

LES MINES, LES CARRIÈRES, LES SOURCES D'EAUX MINÉRALES,
LES APPAREILS A VAPEUR
ET L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER;

PUBLIÉ
SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS

NEUVIÈME SÉRIE

TOME VI

PARIS
P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES
49, Quai des Grands-Augustins, 49

1897



ANNALES
DES MINES

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 8 *janvier* 1897, *portant rejet de la demande de* M. Émile LECHÈRE *en concession de mines de pyrites de fer et autres minerais connexes dans la commune d'*ARLEUF-DU-MORVAN (Nièvre).

Décret du Président de la République, du 8 *janvier* 1897, *autorisant l'établissement, sur le chemin de fer des mines de* CRESPIN, *d'un raccordement avec l'usine des s*rs *Ruelle, à* QUIÉVRECHAIN (Nord).

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu la demande présentée, le 13 août 1895, et complétée le 1er avril 1896, par les srs Ruelle et Cie, fondeurs à Quiévrechain (Nord), à l'effet d'obtenir l'autorisation de raccorder leur usine au chemin de fer de la Cie des mines de Crespin, déclaré d'utilité publique par décret du 26 décembre 1891 (*), par une voie établie en partie sur des terrains leur appartenant, en partie sur l'accotement de la route nationale n° 29;

Vu le plan produit à l'appui de cette demande et visé, le

(*) Volume de 1891, p. 378.

24 août 1895, par l'ingénieur en chef des mines chargé de l'arrondissement minéralogique de Douai;

Vu la convention intervenue, le 3 septembre 1895, entre la Cie des mines de Crespin et les srs Ruelle et Cie, et la lettre, en date du 15 avril 1896, par laquelle le directeur-gérant des mines de Crespin sollicite l'autorisation de mettre ladite convention à exécution;

Vu le procès-verbal des conférences mixtes auxquelles a été soumis le projet et, notamment, l'adhésion directe, délivrée au 2e degré par les divers services intéressés;

Vu le rapport de l'ingénieur en chef des mines, du 17 octobre 1896;

Vu l'avis du préfet du Nord, du 21 octobre 1896;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 30 octobre 1896;

Vu le décret du 26 décembre 1891, et le cahier des charges annexé à ce décret;

Vu la loi du 21 avril 1810, sur les mines, modifiée par la loi du du 27 juillet 1880, et, notamment, l'article 44;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — La Cie des mines de Crespin (Nord) est autorisée à établir, conformément au plan ci-dessus visé, dont un exemplaire restera annexé au présent décret, sur son chemin de fer déclaré d'utilité publique par le décret du 26 décembre 1891, une soudure destinée à mettre ledit chemin de fer en communication avec un embranchement projeté par les srs Ruelle et Cie, fondeurs à Quiévrechain.

Art. 2. — Par dérogation à la disposition prohibitive résultant de l'article 13 du cahier des charges annexé audit décret du 26 décembre 1891, la Cie des mines de Crespin est autorisée à faire, sur son chemin de fer, le transport des marchandises en provenance ou à destination de l'usine des srs Ruelle et Cie.

Art. 3. — Les conditions dans lesquelles le raccordement sera établi et les transports seront effectués, seront déterminées par un traité qui sera soumis à l'approbation de M. le ministre des travaux publics.

Art. 4. — La Cie des mines de Crespin sera tenue de concéder des conditions analogues à tous industriels se trouvant dans une situation semblable à celle des srs Ruelle et Cie, qui voudraient, dans l'avenir, se relier de même à son chemin de fer minier. En cas de difficulté, il sera statué par le ministre des travaux publics, la compagnie entendue.

Art. 5. — L'autorisation donnée par le présent décret est essentiellement précaire et révocable, à toute époque, sans indemnité, pour raison d'intérêt public.

Art. 6. — Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

Art. 7. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Journal officiel* et au *Bulletin des Lois.*

Fait à Paris, le 8 janvier 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :
Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

Décret du Président de la République, du 13 *janvier* 1897, *portant rejet de la demande des s*[rs] BATIGNE, SIMONNET *et* CHARLON, *en extension, sur le territoire des communes de* L'ARGENTIÈRE *et des* VIGNEAUX (Hautes-Alpes), *de la concession des mines de plomb argentifère de* L'ARGENTIÈRE (*).

Décret du Président de la République, du 19 *janvier* 1897, *portant institution de la concession des mines de pyrite de fer cuivreuse de* TAMA (Corse).

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu la pétition présentée, le 30 janvier 1896, par MM. Sébastien Grégorj, Jacques Grégorj et Vincent Grégorj, à l'effet d'obtenir la concession de mines de pyrite de fer cuivreuse, sur le territoire des communes de Noceta, Rospigliani, Vezzani et Pietroso, arrondissement de Corte, département de la Corse;

Les plan en triple expédition, quittances des contributions directes et actes de cession de droits d'invention, produits à l'appui de ladite pétition;

(*) Concession instituée par une ordonnance du 16 janvier 1838 (*Annales des Mines*, 1[er] volume de 1838, p. 774). — Extension de périmètre accordée par décret du 20 mai 1857 (Volume de 1857, p. 62).

L'avis au public, du 12 février 1896 ;

Les numéros du journal *l'Insulaire*, des 11 mars et 16 avril 1896, et du *Journal officiel*, des 24 mars et 24 avril 1896, dans lesquels ledit avis a été inséré; ensemble, les certificats d'affiche et de publications ;

La demande en concurrence présentée, le 2 décembre 1895, par M. Versini (Toussaint), à l'effet d'obtenir la concession de mines de cuivre sur le territoire de Vezzani, ladite demande signifiée le 20 mars 1896 ;

Les plan en triple expédition, extrait de rôle des contributions et autres pièces, produits à l'appui de cette demande ;

L'opposition de M. Vannoni, du 14 mai 1896 ;

La délibération du conseil municipal de Vezzani, du 21 juin 1896;

Les rapports de l'ingénieur en chef des mines, des 12 juillet et 3 novembre 1896 ; ensemble, les projets d'actes y annexés ;

Les avis du préfet de la Corse, des 29 juillet et 14 septembre 1896 ;

Les avis du conseil général des mines, des 23 octobre et 30 novembre 1896 ;

Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880 ;

Le décret du 18 novembre 1810 ;

Le décret du 6 mai 1811, modifié par le décret du 11 février 1874 ;

Le décret du 3 janvier 1813 ;

La loi du 27 avril 1838 et l'ordonnance du 23 mai 1841 ;

L'ordonnance du 18 avril 1842 ;

L'ordonnance du 26 mars 1843, modifiée par le décret du 25 septembre 1882 ;

Le décret du 23 octobre 1852;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — Il est fait concession à MM. Sébastien Grégorj, Jacques Grégorj et Vincent Grégorj des mines de pyrite de fer cuivreuse comprises dans les limites ci-après définies, communes de Noceta, Rospigliani, Vezzani et Pietroso, arrondissement de Corte, département de la Corse;

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Tama*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord-est*, par une ligne droite AB joignant le point A, angle sud-est de l'église de Rospigliani au point B, pointe Corso ;

Au *sud*, par une ligne droite BD joignant ledit point B au point D, pointe Lavina;

Au *sud-ouest*, par une ligne brisée DEF formée :

1° Par une ligne droite DE joignant ledit point D au point E, pointe « Alla Paglia » ;

2° Par une ligne droite EF joignant ledit point E au point F, point de rencontre de l'axe de la route forestière n° 6 qui va de Vivario à Ghisonaccia avec l'axe du sentier allant de Noceta à ladite route;

Au *nord-ouest*, par une ligne droite FA joignant ledit point F au point de départ A;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 18 kilomètres carrés, 42 hectares, 36 ares.

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger à la pyrite de fer cuivreuse qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de Tama.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit aux concessionnaires des mines de Tama, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de cinq centimes (0 fr. 05) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 5. — Les concessionnaires se conformeront aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, et qui est considéré comme en faisant partie essentielle.

Art. 6. — Si les concessionnaires veulent renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, ils s'adresseront, par voie de pétition, au préfet, six mois au moins avant l'époque à laquelle ils auraient l'intention d'abandonner les travaux de leurs mines, et ils joindront à ladite pétition :

1° Le plan et l'état descriptif des exploitations;

2° Un certificat du conservateur des hypothèques, constatant qu'il n'existe point d'inscriptions hypothécaires sur la concession, ou, dans le cas contraire, un état de celles qui pourraient avoir été prises, en y joignant la mainlevée de ces inscriptions, au moins pour la portion de gîte à laquelle ils entendent renoncer.

Lorsque ces pièces auront été fournies, la pétition sera publiée et affichée pendant deux mois dans les lieux et suivant les formes déterminés par les articles 23 et 24 de la loi du 21 avril

1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, pour les demandes en concession de mines.

Les oppositions, s'il s'en présente, seront reçues et notifiées dans les formes déterminées par l'article 26 de la même loi.

La renonciation ne sera valable que lorsqu'elle aura été acceptée, s'il y a lieu, par un décret délibéré en conseil d'État.

Art. 7. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais des concessionnaires, dans les communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. 8. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré, par extrait, au *Bulletin des Lois.*

Fait à Paris, le 19 janvier 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :
Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES MINES DE PYRITE DE FER CUIVREUSE DE TAMA.

Art. 1er. — Dans le délai de six mois à dater de la notification du décret de concession, il sera planté des bornes sur tous les points servant de limites à la concession, où cela sera reconnu nécessaire.

L'opération aura lieu aux frais des concessionnaires, à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur des mines, qui en dressera procès-verbal. Expéditions de ce procès-verbal seront déposées aux archives de la préfecture du département de la Corse et à celles des communes sur lesquelles s'étend la concession.

Art. 2. — Dans un délai de six mois à dater de la notification du décret de concession, les concessionnaires adresseront au préfet les plans et coupes des mines et des travaux déjà exécutés, ces plans étant dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre, orientés au nord vrai, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ils y joindront un mémoire indiquant, avec détails, le mode d'exploitation qu'ils se proposent de suivre.

L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur ces plans et coupes.

Les cotes de niveau des points principaux, tels que les orifices des puits ou galeries, les points de jonction des galeries avec les puits et des galeries entre elles, par rapport à un plan horizontal fixe et déterminé, seront inscrites en mètres et centimètres sur les plans.

Les concessionnaires y joindront, sur papier transparent, un plan de

la surface s'appliquant sur le plan des travaux et figurant la position des maisons ou lieux d'habitation, édifices, voies de communication, eaux minérales, sources alimentant des villes, villages, hameaux et établissements publics, canaux, cours d'eau, etc.

Art. 3. — Le préfet renverra ces pièces à l'examen des ingénieurs des mines.

S'il est reconnu que les travaux projetés peuvent occasionner quelques-uns des abus ou dangers prévus, tant dans le titre V de la loi du 21 avril 1810 modifiée par la loi du 27 juillet 1880 que dans les titres II et III du décret du 3 janvier 1813, le préfet notifiera aux concessionnaires son opposition à l'exécution totale ou partielle desdits travaux.

Si le préfet n'a pas fait d'opposition dans le délai de deux mois à partir du jour du dépôt des pièces à la préfecture, il sera passé outre par les concessionnaires à l'exécution des travaux.

Art. 4. — Lorsque les concessionnaires voudront ouvrir un nouveau champ d'exploitation ou établir de nouveaux puits ou galeries partant du jour, ou changer le mode d'exploitation précédemment adopté, ils devront adresser au préfet un plan général de la concession, un plan des travaux, un mémoire explicatif et le plan de surface correspondant, le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article 2 ci-dessus. Il sera donné suite à ce projet ainsi qu'il est dit à l'article 3.

Art. 5. — Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre au-dessous et dans le voisinage immédiat des édifices, maisons ou lieux d'habitation, autres exploitations, voies de communication, sources minérales, sources alimentant des villes, villages, hameaux et établissements publics, sous des canaux et cours d'eau, ou à une distance horizontale moindre de dix mètres de leurs bords, le projet des travaux devra être préalablement soumis au préfet.

Il y sera donné suite, ainsi qu'il est dit à l'article 3, après que les intéressés auront été entendus, et sans préjudice de l'application ultérieure, s'il y a lieu, de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880.

Art. 6. — Dans le voisinage des chemins de fer, il est interdit aux concessionnaires d'exploiter, à toute profondeur, sous une zone de terrain limitée à la surface par deux lignes menées parallèlement aux limites du chemin de fer et de ses dépendances et à 10 mètres de distance de ces limites, s'ils n'en ont obtenu l'autorisation du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, la compagnie du chemin de fer et le service du contrôle entendus.

Art. 7. — Chaque année, dans le courant de janvier, les concessionnaires adresseront au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre, de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés dans les articles précédents, et renfermant toutes les indications mentionnées auxdits articles, seront vérifiés par l'ingénieur des mines.

Les concessionnaires y joindront, sur papier transparent, une copie du plan de surface, prescrit par les articles 2 et 4, renfermant, avec les modifications qui auraient pu se produire, les indications mentionnées à l'article 2.

Art. 8. — Quand les concessionnaires voudront abandonner une portion des travaux souterrains, ils seront tenus d'en faire la déclaration à la préfecture et de joindre à cette déclaration un plan des travaux, ainsi qu'un plan correspondant de la surface.

Il sera ensuite procédé comme il est dit aux articles 8, 9 et 10 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 9. — Les ouvertures au jour des puits ou galeries qui deviendront inutiles seront comblées ou bouchées par les concessionnaires, suivant le mode qui sera prescrit par le préfet, sur la proposition de l'ingénieur des mines et à la diligence des maires des communes sur le territoire desquelles les ouvertures seront situées.

En cas d'inexécution, il sera procédé comme il est dit à l'article 10 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 10. — Les concessionnaires tiendront constamment en ordre et à jour sur chaque mine :

1° Les plans et coupes des travaux souterrains, dressés à l'échelle d'un millimètre par mètre ;

2° Un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il serait utile de conserver le souvenir, telles que l'allure des gîtes, leur épaisseur, la qualité des minerais, la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluant dans la mine, etc. ;

3° Un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs ;

4° Un registre d'extraction et de vente.

Les concessionnaires communiqueront ces plans et registres aux ingénieurs des mines toutes les fois qu'ils leur en feront la demande.

Les concessionnaires transmettront au préfet, dans la forme et aux époques qui leur seront indiquées, l'état des ouvriers, celui des produits extraits dans le cours de l'année précédente et la déclaration détaillée du produit net imposable de l'exploitation.

Art. 11. — Si les gîtes à exploiter dans la concession de Tama se prolongent hors de cette concession, le préfet pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus, qu'un massif soit réservé intact sur chaque gîte, près de la limite de la concession, pour éviter que les exploitations soient mises en communication avec celles qui auraient lieu dans une concession voisine, d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre mine. L'épaisseur de ces massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet qui en ordonnera la réserve.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les con-

cessionnaires intéressés et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura autorisé cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Dans le cas où l'utilité de ces massifs aurait cessé, un arrêté du préfet autorisera les concessionnaires à exploiter la partie qui leur appartiendra.

Art. 12. — Dans le cas où il serait reconnu nécessaire d'exécuter des travaux ayant pour but soit de mettre en communication les mines des deux concessions pour l'aérage ou pour l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours destinées au service des mines de la concession voisine, les concessionnaires seront tenus de souffrir l'exécution de ces travaux et d'y participer dans la proportion de leur intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition de l'ingénieur des mines du département, conformément à l'article 14 du décret du 3 janvier 1813.

Art. 13. — Si des gîtes de minerais étrangers à la pyrite de fer cuivreuse, compris dans l'étendue de la concession de Tama, sont exploités légalement par les propriétaires du sol, ou deviennent l'objet d'une concession particulière accordée à des tiers, les concessionnaires des mines de Tama seront tenus de souffrir les travaux que l'Administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais, et même, si cela est nécessaire, le passage dans leurs propres travaux ; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE. — PRODUCTION DES CARRIÈRES.

A M. , *Ingénieur en chef des Mines.*

Paris, le 19 janvier 1897.

Monsieur l'Ingénieur en chef, la production des carrières devant prendre place désormais dans la statistique annuelle de l'industrie minérale, j'ai l'honneur de vous adresser ci-joint des exemplaires de la formule que vous aurez à remplir pour l'année 1896.

Cette formule, qui portera le n° 10, est à peu près identique à celle qui vous a été adressée l'année dernière pour 1895. La nomenclature des substances a toutefois été complétée par l'adjonction de l'*argile pour briques et tuiles* parmi les matériaux destinés à l'industrie et de l'*albâtre* parmi les matériaux divers. Si des substances non comprises dans la nomenclature étaient exploitées dans les départements qui composent votre arrondissement minéralogique, je vous serais obligé de les inscrire dans les groupes auxquels elles se rapportent, en les ajoutant à la nomenclature de leur groupe.

Comme renseignement complémentaire, vous voudrez bien indiquer, pour les substances qui se vendent autrement qu'au poids, en outre du nombre de tonnes, le chiffre de la production en mètres cubes, milliers ou pièces, suivant le cas.

Je vous prie de me faire l'envoi des états *avant le 1er mai prochain.*

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le Ministre et par autorisation :

Le Directeur des routes,
de la navigation et des mines,
QUINETTE DE ROCHEMONT

DÉPARTEMENT

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ÉTAT N° 10.

ANNÉE 1896.

RECTION DES ROUTES, DE LA NAVIGATION ET DES MINES.

DIVISION DES MINES.

2e BUREAU.

(STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE ET DES APPAREILS A VAPEUR.)

PRODUCTION DES CARRIÈRES.

DRESSÉ par l'Ingénieur ordinaire des Mines.

, le 1897.

VÉRIFIÉ par l'Ingénieur en chef des Mines.

A , le 1897.

DÉPARTEMENT
d

1° *Production des Carrières en 1896.*

(A) Indiquer en tonnes la production, pour toutes les substances.
(B) Pour les substances ne se vendant pas aux poids, faire connaître l'unité de vente (mètres cubes, milliers, pièces, etc.) et la production correspondante.

CATÉGORIES des MATÉRIAUX 1	NATURE DES SUBSTANCES EXTRAITES 2	POIDS (A) 3	VALEUR sur PLACE 4	PRIX MOYEN de la tonne 5	RENSEIGNEMENT COMPLÉMENTAIRE (B) Unité de vente 6	Production 7	OBSERVATIONS 8
		tonnes	francs	fr. c.			
Matériaux de construction.	Pierre à bâtir — Pierre de taille — tendre.						
	Pierre à bâtir — Pierre de taille — dure...						
	Pierre à bâtir — Meulière.						
	Pierre à bâtir — Moellons........						
	Sable et gravier..........						
	Chaux grasse.............						
	Chaux hydraulique........						
	Ciment....................						
	Plâtre.........						
	Ardoises pour toitures.....						
	Schistes..................						
Matériaux pour l'industrie.	Castine...................						
	Dolomie...................						
	Silex, sable..............						
	Argile à faïence et poterie.						
	Argile pour briques et tuiles.						
	Argile réfractaire.........						
	Kaolin....................						
	Bauxite...................						
	Sulfate de baryte.........						
	Lignite pyriteux..........						
	Ocres.....................						
	Spath-fluor...............						
Matériaux pour l'agriculture.	Phosphate de chaux......						
	Marne....................						
	Chaux pour amendement.						
	Gypse —						
Matériaux de pavage et d'empierrement.	Pavés....................						
	Dalles....................						
	Matériaux pour ballast et empierrement...........						
Matériaux d'ornement et divers.	Marbre...................						
	Onyx.....................						
	Albâtre..................						
	Ardoise en tablettes.......						
	Pierres lithographiques...						
	Meules...................						
	Pierres à aiguiser........						
	Craie délayée et agglomérée						
	Stéatite, talc, amiante.....						
	TOTAUX GÉNÉRAUX......						

2° *Carrières ou groupes importants.*

ÉTAT N° 10

Indiquer par leur nom, dans chaque catégorie de matériaux, [car]rières ou groupes les plus importants au point de vue de la production et de la qualité des produits.

[D]ÉNOMINATION des CARRIÈRES [ou g]roupe de carrières 1	SITUATION 2	NATURE des SUBSTANCES EXTRAITES 3	PRODUCTION EN 1896 4
			tonnes

JURISPRUDENCE.

MINES. — DOMMAGES A LA SURFACE. — DOMMAGES ÉVENTUELS. — (Affaire RINCHEVAL contre Cie DES MINES DE LENS.)

I. — *Jugement rendu, le 23 février 1893, par le tribunal civil de Béthune.*

(EXTRAIT.)

Attendu que la demande de la Cie des mines de Lens tend à faire déclarer par le tribunal que le terrain sur lequel Rincheval entend élever des constructions se trouve déjà influencé par les travaux de son exploitation souterraine, et, étant devenu ainsi impropre à bâtir, ledit Rincheval doit être tenu d'accepter l'offre qu'elle lui fait de l'indemniser de ce chef, et que, moyennant paiement de cette indemnité, les constructions que Rincheval érigerait seraient faites aux risques et périls de celui-ci ;

Attendu que cette prétention ne saurait être accueillie ;

Attendu que Rincheval, en élevant des constructions sur son terrain ne fait qu'user de son droit de propriétaire de la surface; que son terrain n'est frappé d'aucune servitude du fait de la concession ; que rien ne peut paralyser son droit de propriétaire ;

Attendu qu'un concessionnaire de mines est tenu de réparer tous les dommages qui sont le résultat de l'exploitation, quelle que soit l'époque à laquelle remontent les ouvrages extérieurs, qu'ils soient antérieurs ou postérieurs à cette exploitation; qu'il a dû prévoir que des terrains nus au début de sa concession pourraient changer de destination et se couvrir de constructions, et devait dès lors prendre toutes mesures nécessaires pour éviter de causer les dommages ;

Attendu que rien ne démontre que ces constructions que Rincheval élève ou se propose d'élever doivent dans l'avenir subir une atteinte quelconque du fait de l'exploitation de la mine de

Lens ; que, si cela se produisait, et si la Cie des mines de Lens était de ce chef l'objet d'une action en responsabilité, elle aurait incontestablement le droit de demander à la juridiction saisie d'examiner si le propriétaire n'a pas lui-même engagé sa responsabilité en construisant sur un sol qu'il savait déconsolidé, et sans prendre les précautions que cette situation commandait ;

Attendu au surplus qu'il n'est nullement établi par la Cie de Lens que le terrain dont s'agit soit devenu, ainsi qu'elle le prétend, impropre à bâtir, et qu'il y ait imprudence à le mettre à cet usage.

Sur la demande reconventionnelle :

Attendu que par la présente instance la Cie des mines de Lens a causé à Rincheval un préjudice dont elle lui doit réparation ;

Que le tribunal trouve dans la cause des éléments suffisants pour en apprécier l'importance et les fixer à 300 francs.

Par ces motifs :

Le tribunal dit la Cie des mines de Lens non fondée en ses demande, fins et conclusions, l'en déboute.

Et recevant Rincheval reconventionnellement demandeur :

Condamne la Cie des mines de Lens à lui payer la somme de 300 francs à titre de dommages-intérêts.

Condamne ladite compagnie aux dépens.

II. — *Arrêt rendu le 16 novembre 1893, par la cour d'appel de Douai.*

(EXTRAIT.)

Attendu que la Cie des mines de Lens, en exploitant les couches de houille dont elle est concessionnaire, a déconsolidé les terrains situés à Avion entre la route de Lens et le chemin de Méricourt et leur a enlevé la stabilité nécessaire pour qu'il soit possible d'y bâtir sans danger ;

Qu'apprenant que Rincheval se proposait d'élever des constructions sur les parcelles portées au cadastre d'Avion, sous les nos 1, 2, 3, 4 et 7, elle lui a fait offre de l'indemniser du préjudice résultant pour lui de ce que son terrain était devenu impropre à bâtir, lui signifiant que, s'il construisait, ce serait à ses risques et périls

et qu'il n'aurait droit à aucune indemnité pour la dégradation des bâtiments ainsi érigés en connaissance de cause ;

Attendu que les premiers juges ont déclaré ces offres irrecevables en se fondant sur ce que Rincheval avait, en sa qualité de propriétaire de la surface, le droit d'y élever des constructions, et que son terrain n'était frappé d'aucune servitude du fait de la concession minière ;

Attendu que ces motifs ne répondent pas à la demande telle qu'elle a été formulée par la C[ie] des mines de Lens ;

Qu'en effet, la compagnie ne prétend pas avoir un droit de servitude à exercer sur les terrains compris dans sa concession, ni s'opposer à ce que des constructions y soient érigées ; que son offre laisse intact le droit du propriétaire de la surface ; que Rincheval, en effet, pourra bâtir sans danger quand le tassement progressif des terres aura rendu au sol sa stabilité première, et pourrait même bâtir maintenant, s'il le juge à propos, mais à ses risques et périls, sur un terrain qu'il sait être menacé d'affaissement ;

Que par conséquent l'offre de la compagnie ne peut être repoussée par ce motif qu'elle constituerait à son profit une servitude *non ædificandi ;*

Attendu que cette prétendue atteinte au droit de propriété étant ainsi écartée, on ne voit aucune raison légale pour rejeter la demande de la C[ie] de Lens qui a pour but de réparer, dans toutes ses conséquences, un dommage déjà existant, ou tout au moins d'en faire fixer le quantum ;

Qu'en effet, cette société, sachant que les couches superficielles sont, par son fait, devenues impropres à la construction, offre au propriétaire de lui donner des dommages-intérêts proportionnés au préjudice souffert ; que le propriétaire ainsi complètement indemnisé n'a rien de plus à réclamer ; s'il construit, ce sera à ses risques et périls ; s'il s'abstient de construire, il aura reçu une somme équivalente au préjudice que lui cause cette abstention ;

Attendu que, toute autre solution entraînerait avec elle de graves inconvénients ;

Qu'en effet, le propriétaire de la surface peut se laisser souvent entraîner à bâtir sur un sol qu'il sait être menacé d'affaissement, dans le but d'obtenir, par la suite, des dommages-intérêts élevés, sans qu'il soit matériellement possible de faire contre lui la preuve de sa mauvaise foi ;

Attendu que si l'offre de la compagnie était repoussée, il en

résulterait, implicitement, que le superficiaire, bien qu'averti par avance de la déconsolidation du sous-sol, aurait le droit cependant d'obtenir des dommages-intérêts à raison des dégradations survenues aux édifices qu'il aurait construit malgré cet avertissement ;

Que telle est bien la prétention de Rincheval qui, en réponse à la signification de la compagnie, déclare, par son exploit du 7 juillet 1892, que, « en conséquence, il élèvera des constructions, « et si, par le fait de l'exploitation, elles subissent des dégrada- « tions, il entend en faire supporter la responsabilité à qui de « droit ».

Attendu que revendiquer un pareil droit équivaut à se créer à soi-même une cause de dommages-intérêts, ce qui ne peut être admis ;

Attendu que la déconsolidation des terres sur le territoire d'Avion n'est pas occasionnée par une faute spéciale imputable à la Société de Lens, mais est la conséquence nécessaire de son exploitation minière ; que ses travaux, opérés sous la surveillance des ingénieurs de l'État, ne sont l'objet d'aucune critique, et que les affaissements résultent de la nature meuble des morts-terrains situés entre la couche houillère et la surface, sans qu'il soit possible de les prévenir par aucun moyen industriellement praticable ;

Attendu que les premiers juges, pour motiver leur décision, ont déclaré incertaine et douteuse la déconsolidation du sol des parcelles appartenant à Rincheval ;

Qu'en cause d'appel, la C[ie] de Lens a offert d'en apporter la preuve par experts, mais que, ce point n'étant pas contesté en l'état actuel du débat, il n'y a pas lieu d'ordonner une expertise dont les frais seraient frustratoires ;

Attendu, en résumé, que l'offre de la compagnie a pour effet et pour conséquence, non pas d'enlever au superficiaire le droit de bâtir sur des terrains menacés d'affaissement, mais de lui refuser, lorsqu'il a bâti après avoir été averti de l'instabilité du sol, le droit de réclamer une indemnité autre que celle qu'il aurait déjà reçue pour réparer le préjudice résultant pour lui de la déconsolidation de son terrain ;

Qu'une telle offre n'a rien d'illégal ; qu'elle sauvegarde tous les droits et tous les intérêts des parties adverses ; qu'il y a lieu de l'accueillir ;

Par ces motifs, la cour,

Met le jugement dont est appel à néant,

Réformant, décharge la Cie des mines de Lens des condamnations contre elle prononcées ;

Dit que la compagnie appelante avait le droit:

1° De faire connaître à Rincheval que les terrains sur lesquels il se proposait d'établir des constructions étaient influencés et déconsolidés par l'exploitation souterraine ;

2° De l'aviser qu'il y avait imprudence à bâtir sur ces terrains, et que la dégradation des bâtiments qui pourraient y être érigés resterait à ses risques et périls;

3° De lui faire offre de lui régler l'indemnité due à raison de la dépréciation de son terrain non encore bâti ;

Et vu le procès-verbal d'offres signifiées par la compagnie le 17 juin 1892, et la réponse de l'intimé contenue en l'exploit du 7 juillet de la même année ;

Dit qu'il y avait lieu de donner acte à la compagnie de son offre de régler amiablement ou par experts l'indemnité due à Rincheval pour dépréciation de sa propriété sise à Avion, section A, n°s 1, 2, 3, 4 et 7, dépréciation résultant de ce qu'elle était devenue impropre à bâtir, par suite des travaux de la compagnie ;

Dit que ces offres n'avaient pas pour but d'interdire à Rincheval la facilité de bâtir, mais de faire évaluer en l'état le préjudice ou la dépréciation des terrains non encore construits, considérés non seulement dans leur valeur intrinsèque, mais dans leur valeur de terrains à bâtir ;

Dit ces offres valables ;

Dit qu'à tort elles ont été refusées par Rincheval et rejetées par le tribunal ;

Et dans le cas où elles seraient de nouveau refusées par Rincheval :

Dit que, moyennant la réalisation de ces offres, quand et comment il plaira à Rincheval de la poursuivre, la Cie de Lens ne pourra être tenue d'aucune indemnité pour dépréciation ou dommage qui surviendraient aux constructions élevées sur ledit terrain postérieurement à ces offres;

Dit, en conséquence, ces constructions élevées aux risques et périls du propriétaire ;

Rejette, comme inutile et frustratoire, l'expertise subsidiairement proposée ;

Déclare Rincheval mal fondé dans ses demande, fins et conclusions, l'en déboute, et le condamne en tous les dépens de première instance et d'appel.

III. — *Arrêt rendu, le 11 mars 1896, par la cour de cassation (chambre civile).*

(EXTRAIT.)

Vu les articles 544 et 1382 du code civil;

Attendu qu'au cas où le sous-sol est soumis à une exploitation minière, le propriétaire de la surface ne peut souffrir de cette exploitation; que, conformément à l'article 544 du code civil, il doit conserver le droit de jouir et de disposer de sa chose de la manière la plus absolue;

Attendu que si, par l'effet des travaux de la mine, des dommages sont causés à la surface, il en est dû réparation par le concessionnaire, à quelque moment qu'ils viennent à se produire et de quelque nature qu'ils soient;

Que s'il appartient audit concessionnaire, afin de diminuer la responsabilité qui pourrait lui incomber dans l'avenir, d'aviser le superficiaire de la déconsolidation du sol, on ne saurait lui reconnaître le droit, soit de fixer à son gré le moment où aura lieu, et les conditions dans lesquelles se fera le règlement de l'indemnité pouvant être due au propriétaire de la surface, soit de comprendre dans cette indemnité, sous prétexte de dépréciation de terrain, non seulement le dommage actuel, mais les dommages futurs, par cela même incertains et éventuels, et d'enlever ainsi au superficiaire tout droit, pour les constructions qu'il viendrait à édifier, à aucune réparation, quelques événements que vînt produire à la surface l'exploitation de la mine;

Attendu, par suite, qu'en déclarant que, moyennant la réalisation des offres faites par la Cie des mines de Lens, celle-ci ne pourra être tenue d'aucune indemnité pour dépréciation ou dommages aux constructions élevées par Rincheval sur son terrain, postérieurement à ces offres, l'arrêt attaqué a violé la loi;

Par ces motifs, casse et renvoie devant la cour d'Amiens.

IV. — *Arrêt rendu, le 2 décembre 1896, par la cour d'appel d'Amiens.*

(EXTRAIT.)

Considérant que Rincheval a incontestablement le droit de bâtir sur le terrain dont il est propriétaire et qui est libre de toute servitude;

Considérant que, si la Cie des mines de Lens a exécuté des tra-

vaux qui ont eu pour résultat de déconsolider le terrain de Rincheval et de le rendre impropre à supporter des constructions, elle doit réparer le préjudice qu'elle a ainsi causé ;

Qu'elle peut, afin de diminuer sa responsabilité dans l'avenir, aviser le superficiaire de la déconsolidation du sol, mais qu'elle n'a pas le droit, dans la prévision d'une demande en dommages-intérêts qui ne sera peut-être jamais formée, et dans le but de régler à l'avance un dommage futur et éventuel, de fixer à son gré le moment et les conditions dans lesquels se fera le règlement de l'indemnité due au propriétaire de la surface, et de comprendre dans cette indemnité non seulement le dommage actuel, mais encore les dommages futurs, par cela même incertains et éventuels ;

Qu'il ne lui est point permis d'enlever ainsi au superficiaire le droit de demander pour les constructions qu'il viendrait à édifier, réparation du préjudice que causerait auxdites constructions l'exploitation de la mine ;

Adoptant au surplus les motifs des premiers juges en ce qu'ils n'ont rien de contraire au présent arrêt;

En ce qui concerne les 300 francs de dommages-intérêts alloués à Rincheval :

Considérant qu'ils ne sont pas justifiés;

En ce qui concerne les 300 francs réclamés par Rincheval en vertu de l'article 464 du code de procédure civile pour préjudice causé depuis le jugement:

Considérant que ce préjudice n'est pas établi;

Sur l'expertise demandée subsidiairement par la Cie des mines de Lens :

Considérant que cette expertise serait quant à présent inutile en présence du refus de Rincheval d'introduire actuellement une action en dommages-intérêts à raison de ce que son terrain serait déconsolidé.

Par ces motifs,

La cour :

Statuant par suite de l'arrêt de renvoi de la cour de cassation du 11 mars 1896,

Infirme le jugement en ce qu'il a condamné la Cie des mines de Lens à payer 300 francs de dommages-intérêts à Rincheval, la décharge en conséquence des condamnations prononcées contre elle de ce chef;

Et statuant sur le surplus :

Sans s'arrêter ni avoir égard aux fins, moyens et conclusions

de l'appelante, dans lesquels elle est déclarée non recevable, en tout cas mal fondée et dont elle est déboutée;

Confirme le jugement dont est appel; ordonne qu'il sortira son plein et entier effet;

Dit qu'il n'y a lieu d'allouer les 300 francs réclamés en vertu de l'article 464 du code de procédure civile;

Condamne la Cie des mines de Lens en tous les dépens d'appel.

PERSONNEL.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ADMINISTRATION CENTRALE.

Par décrets du Président de la République, rendus sur le rapport du Ministre des travaux publics :

M. **Guillain**, Inspecteur général de 1re classe au Corps des Ponts et Chaussées, élu membre de la Chambre des députés, a été nommé Directeur honoraire des Routes, de la Navigation et des Mines ;

M. **Quinette de Rochemont**, Inspecteur général de 2e classe au Corps des Ponts et Chaussées, a été nommé Directeur des Routes, de la Navigation et des Mines, en remplacement de **M. Guillain**, élu membre de la Chambre des députés.

Décret du 21 *janvier* 1897. — M. **Quinette de Rochemont**, Directeur des Routes, de la Navigation et des Mines, est nommé Conseiller d'État en service extraordinaire, en remplacement de M. **Guillain**, élu député.

I. — Ingénieurs.

CONGÉ RENOUVELABLE.

Arrêté du 28 *janvier* 1897. — **M. Soubeiran**, Ingénieur ordinaire de 1re classe, est maintenu, sur sa demande, dans la situation de congé renouvelable pour une nouvelle période de cinq ans et autorisé à continuer de remplir les fonctions d'Ingénieur-Conseil des Compagnies des mines de Bruay et de l'Escarpelle.

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 6 janvier 1897. — M. **Linder**, Inspecteur général de 1re classe, est maintenu dans les fonctions de Vice-Président du Conseil général des mines pour l'année 1897.

II. — Contrôleurs des mines.

DÉCISIONS DIVERSES.

Décision du 7 janvier 1897. — Est rapporté l'arrêté du 17 novembre 1896, par lequel M. **Flatraud** (Albert) a été nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département de la Haute-Savoie, au service du sous-arrondissement minéralogique de Chambéry.

CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION.

Décision du 25 janvier 1897. — Le service du Contrôle de l'exploitation de la section de Dieppe au Havre, comprise entre Les Ifs et Rolleville, est rattaché savoir :

1° Pour le contrôle de la voie et des bâtiments :

Au 2e arrondissement d'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, à Amiens;

2° Pour le contrôle de l'exploitation technique :

Au 2e arrondissement d'Ingénieur des Mines, à Rouen ;

3° Pour le contrôle de l'exploitation commerciale :

A la 2e circonscription d'Inspecteur particulier;

4° Pour la surveillance administrative :

Au commissariat du Havre.

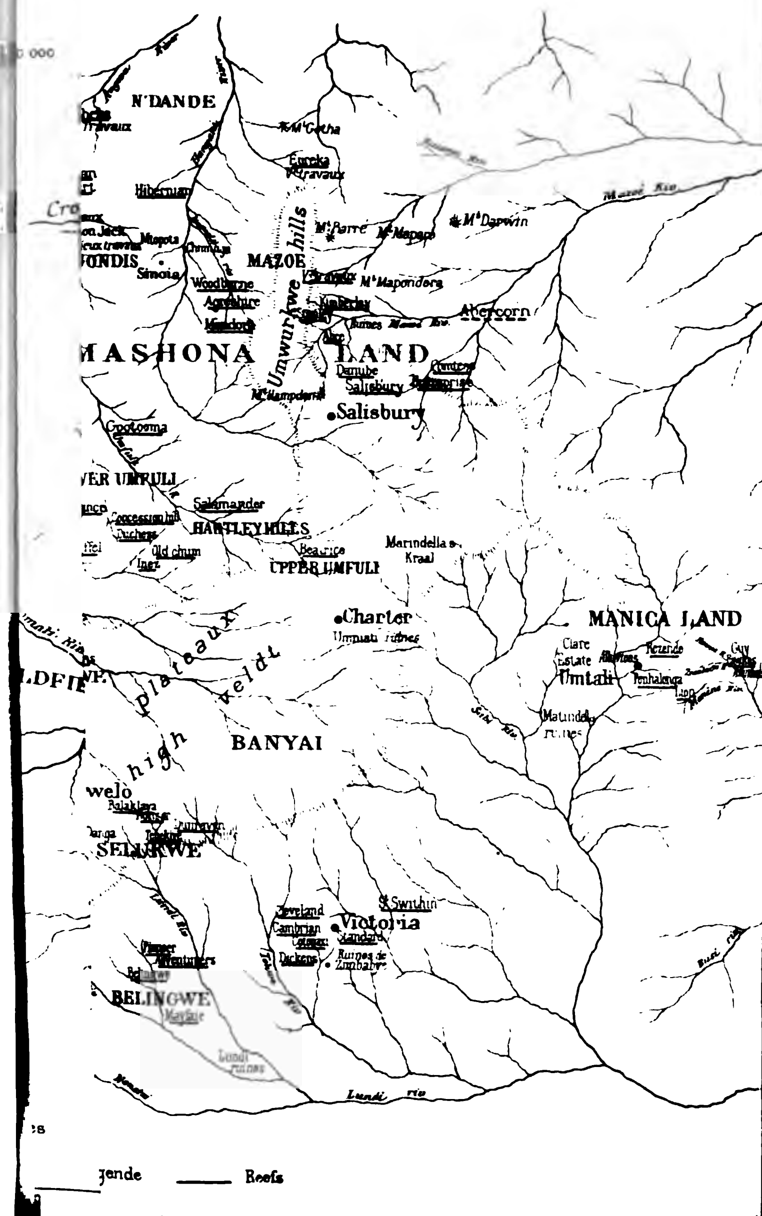
EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900.

Par arrêté du Ministre du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, du 5 janvier 1897, ont été nommés membres des Comités d'admission et d'installation, les membres du Corps des Mines dont les noms suivent :

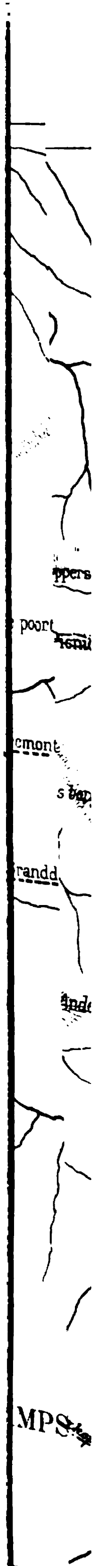
MM. **Haton de la Goupillière**,	Insp. général,	Comité IV	(*Sauvetage*).
Linder,	d°	d°	d°
Lallemand,	Ingénieur en chef,	Comité XIII	(*Sciences*).
Michel Lévy,	d°	d°	d°
Clérault,	d°	Comité XVI	(*Traction*).
Heurteau,	d°	d°	d°
Noblemaire,	d° (en retraite)	d°	d°
De Billy,	Ingén. ordinaire,	Comité XX	(*Mines métallurgiques*).
De Castelnau,	Ingén. en chef,	d°	d°
Lodin,	d°	d°	d°
Rolland,	d°	d°	d°

RTE 'S AURIFÈRES DU CHARTERLAND

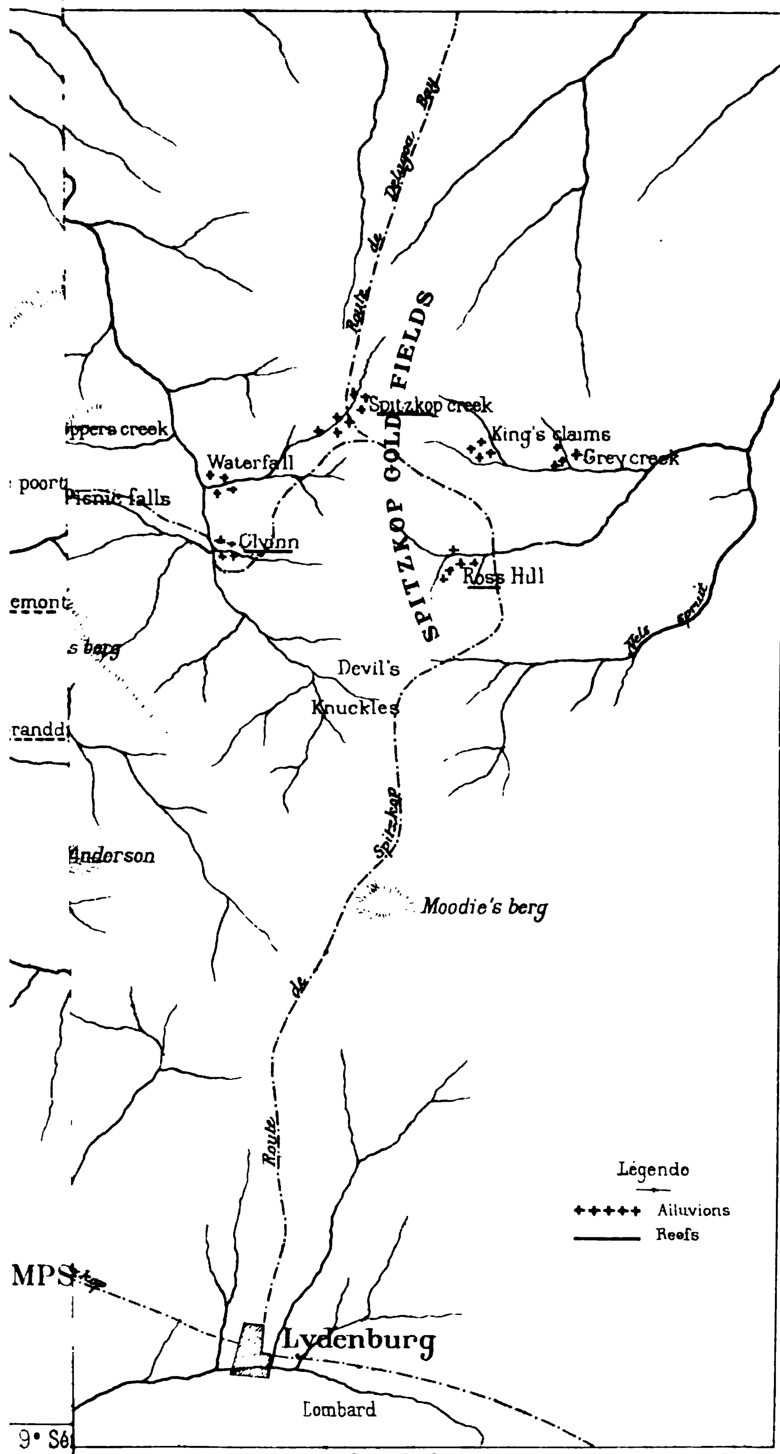
Fig. 2.



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.


poort
cmont
randd
MPS

Pl. VII.


Route de Delagoa Bay
SPITZKOP GOLD FIELDS
Spitzkop creek
King's claims
Grey creek
ppers creek
Waterfall
poort
Picnic falls
Glynn
Ross Hill
emont
s berg
Devil's
Knuckles
Nels spruit
randd
Anderson
Spitzkop
Moodie's berg
Route de
Légende
Alluvions
Reefs
MPS
Lydenburg
Lombard
9° Sé

COMPAGNIE INTERNATIONALE

DES PROCÉDÉS ADOLPHE SEIGLE

ÉCLAIRAGE, CHAUFFAGE ET FORCE MOTRICE PAR LES HYDROCARBURES LOURDS

CHAUDIÈRES MARINES — MOTEURS FIXES
GÉNÉRATEURS DE VAPEUR POUR TRAMWAYS, VOITURES AUTOMOBILES,
EMBARCATIONS DE PLAISANCE, ETC.

SOCIÉTÉ ANONYME. CAPITAL : 2 MILLIONS

ADMINISTRATION CENTRALE : *147, rue de Courcelles, PARIS*

ÉCLAIRAGE ÉCONOMIQUE

DES FORGES, FONDERIES, LAMINOIRS, MINES, CHANTIERS, ETC.



PAR LES

GAZÉIFICATEURS ADOLPHE SEIGLE

(Brevetés en Europe et en Amérique).

***Appareils simples, robustes et portatifs,* donnant avec les huiles lourdes de goudron et autres hydrocarbures à bon marché,**

même par les plus grands vents et la pluie

un énorme foyer de grande intensité lumineuse et absolument sans odeur ni fumée.

ADOPTÉS PAR LES MINISTÈRES DE E
ET DE LA MARINE,
LES PONTS ET CHAUSSÉES
LES COMPAGNIES DE CHEMINS DE
LES GRANDES ENTREPRISES DE ... X
ET LES GRANDES INDUSTRIES DE F...
ET DE L'ÉTRANGER.



LABORATOIRE CENTRAL DE CHIMIE

61, rue de l'Arcade et 11, rue de Rome (en face la gare St.-Lazare)

A. GIRARD

Ingénieur-Chimiste
Ex-chimiste-Expert de la Ville de Paris

ANALYSES MINÉRALES

Minerais de fer, d'or d'argent, etc.
Fontes, aciers, fers
Bronzes, aluminium, cuivre
Zinc, nickel, etc.



LE PRATICIEN INDUSTRIEL

JOURNAL

Par Demandes et par Réponses

PARAISSANT TOUS LES 15 JOURS

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

ABONNEMENT ANNUEL :
France et Étranger..... 10 fr.

NUMÉRO SPÉCIMEN SUR DEMANDE

A LOUER

Cie DES MOTEURS UNIVERSELS

EXPOSITION DE ROUEN 1896. — MÉDAILLE D'OR

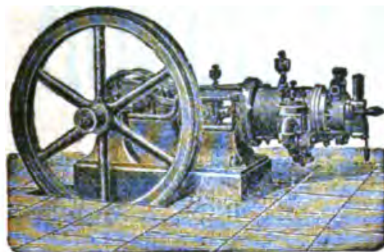
Système Grob, breveté S. G. D. G.

PARIS - 56, rue Lafayette, 56 - PARIS





ÉCONOMIE



SÉCURITÉ





Les seuls fonctionnant *sans reproche* au pétrole d'éclairage ordinaire et sans carburateur.

PLUS DE 3,500 MOTEURS EN MARCHE

Consommation de pétrole, environ un demi-litre par cheval-heure

57 Médailles d'Or et d'Argent. — Toute garantie.

COMPAGNIE FRANÇAISE
POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON-HOUSTON

CAPITAL : **5.000.000** DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance
PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto ...uxelles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Erfurt Remscheid. — B...en. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EI

INS I IER

LOOC

25



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

..., Rue de Londres, PARIS

EXPLICATION DES PLANCHES.

MARS.

Pl. VI et VII. — Champs aurifères de Lydenburg, De Kaap et du Charterland (Afrique du Sud).

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. VICQ-DUNOD et Cie.

ANNALES

DES MINES

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XI.

4e LIVRAISON DE 1897.

PARIS

P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS

LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES

Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

AVRIL.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

BULLETIN.

PARTIE ADMINISTRATIVE.

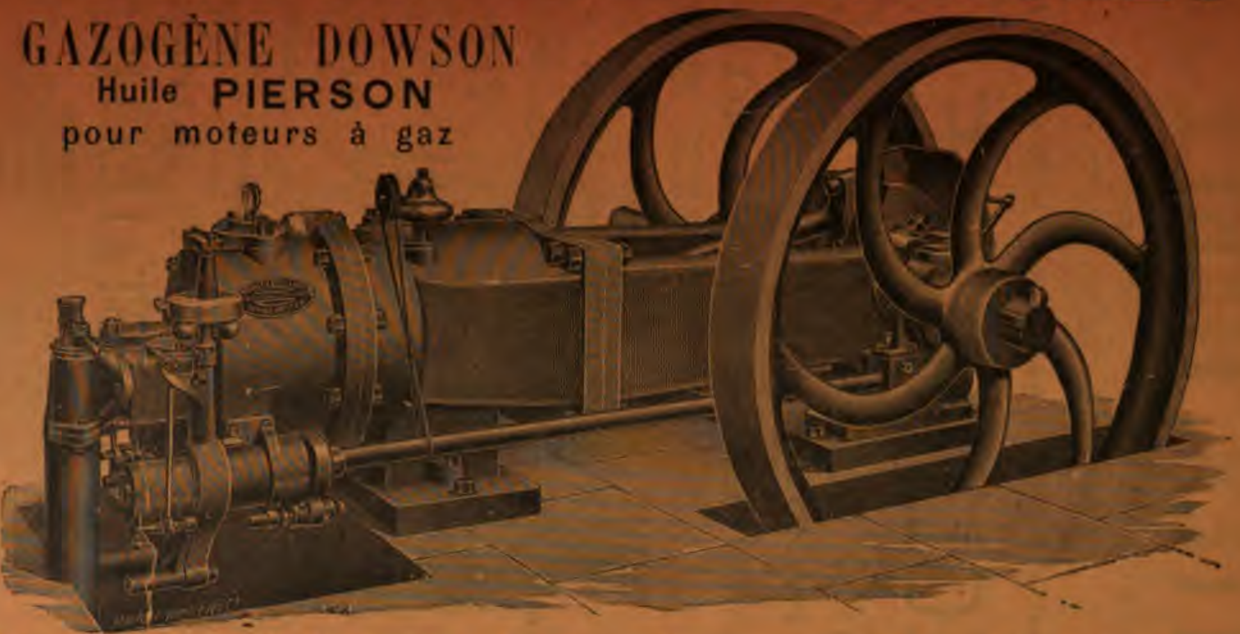
Février.

MOTEURS A GAZ CROSSLEY

GAZOGÈNE DOWSON

Huile PIERSON

pour moteurs à gaz



Le Moteur à gaz CROSSLEY, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que ***600*** à ***700*** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

J. & O.-G. PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

LUS DE **40.000** MOTEURS EN MARCHE

nt 26.700 ***sortis de la Maison CROSSLEY***

DE **1/2** A **140** CHEVAUX

SAUTTER, HARLÉ & C

INGÉNIEURS-CONSTRUCTEURS

PARIS — 26, Avenue de Suffren, 26 — PARIS

EXPOSITION UNIVERSELLE 1889 — HORS CONCOURS — JUR

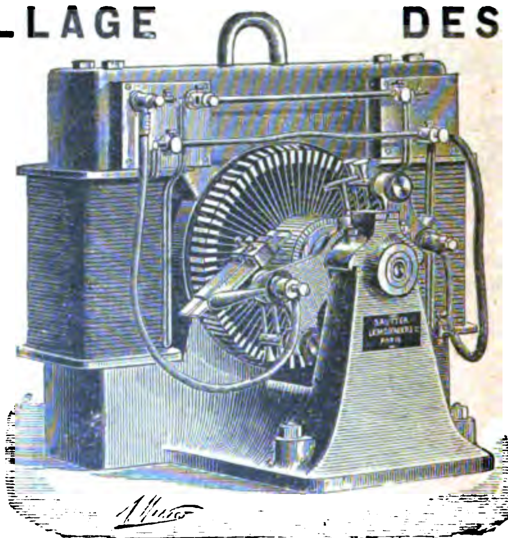
ÉCLAIRAGE

TRANSPORT DE FORCE

PAR L'ÉLECTRICITÉ

ASSERVISSEMENT & COMMANDE ÉLECTRIQUE APPLIQUÉS A

L'OUTILLAGE DES MINES



POMPES — VENTILATEURS — TRANCHEUSES — PERFORATRICES — *Trieuses* — PERCEUSES — Compresseurs *D'AIR*

APPAREILS DE LEVAGE — Treuils — GRUES — MONTE-CHARG — *Transbordeu* — PLANS *Inclin*

PRINCIPALES INSTALLATION

Aux MINES	d'ASPRIÈRES	Avey
—	BLANZY	Saône-.
—	BRUAY	Pas-
—	DADOU	Ta
—	DECAZEVILLE	Avey
—	FRIEDRICHSSEGEN	
—	LAURIUM	Grèce
	MALINES	Héra
—	MIÈRES	Astur.
—	MEURCHIN	Nord.
	VIEILLE-MONTAGNE	Pen...
	ETC., ETC.	

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

POUR LA

FABRICATION DE LA DYNAMITE

Procédés A. NOBEL

Paris, 1889 — Deux Médailles d'Or

Seule Médaille d'Or décernée en 1889 pour la Dynamite

SIÈGE SOCIAL : Place Vendôme, PARIS

USINES { **à Paulilles, près Port-Vendres** (Pyrénées-Orientales).
à Ablon, près Honfleur (Calvados).

Dynamite-Gomme, pour roches très dures. — Dynamite, n° 1 guhr, n° 1 gélatinee, 1 à l'ammoniaque, pour roches dures. — Dynamite, n° 0, pour travaux sous l'eau. ynamites, n° 2 et n° 3, pour terrains moins résistants.

Explosifs spéciaux pour charbonnages grisouteux (Décret du 1er août 1890)

Grisoutine-Gomme pour travaux au rocher. — Grisoutine B pour travaux dans le arbon.

Mèches de mineurs. — Capsules pour Dynamite. — Amorces, Câbles, Fils et Appareils ctriques pour sautage des mines. — Marmites suédoises ou Seaux à dégeler la Dynamite.

La Correspondance doit être adressée au SIÈGE SOCIAL

TÉLÉPHONE **SOCIÉTÉ ANONYME** TÉLÉPHONE

D'EXPLOSIFS ET DE PRODUITS CHIMIQUES

Capital : 2.000.000 de francs

19, rue Louis-le-Grand, 19, PARIS

USINES :

SAINT-MARTIN-DE-CRAU

LLAI



DYNAMITES,

GOMMES ET GRISOUTINES

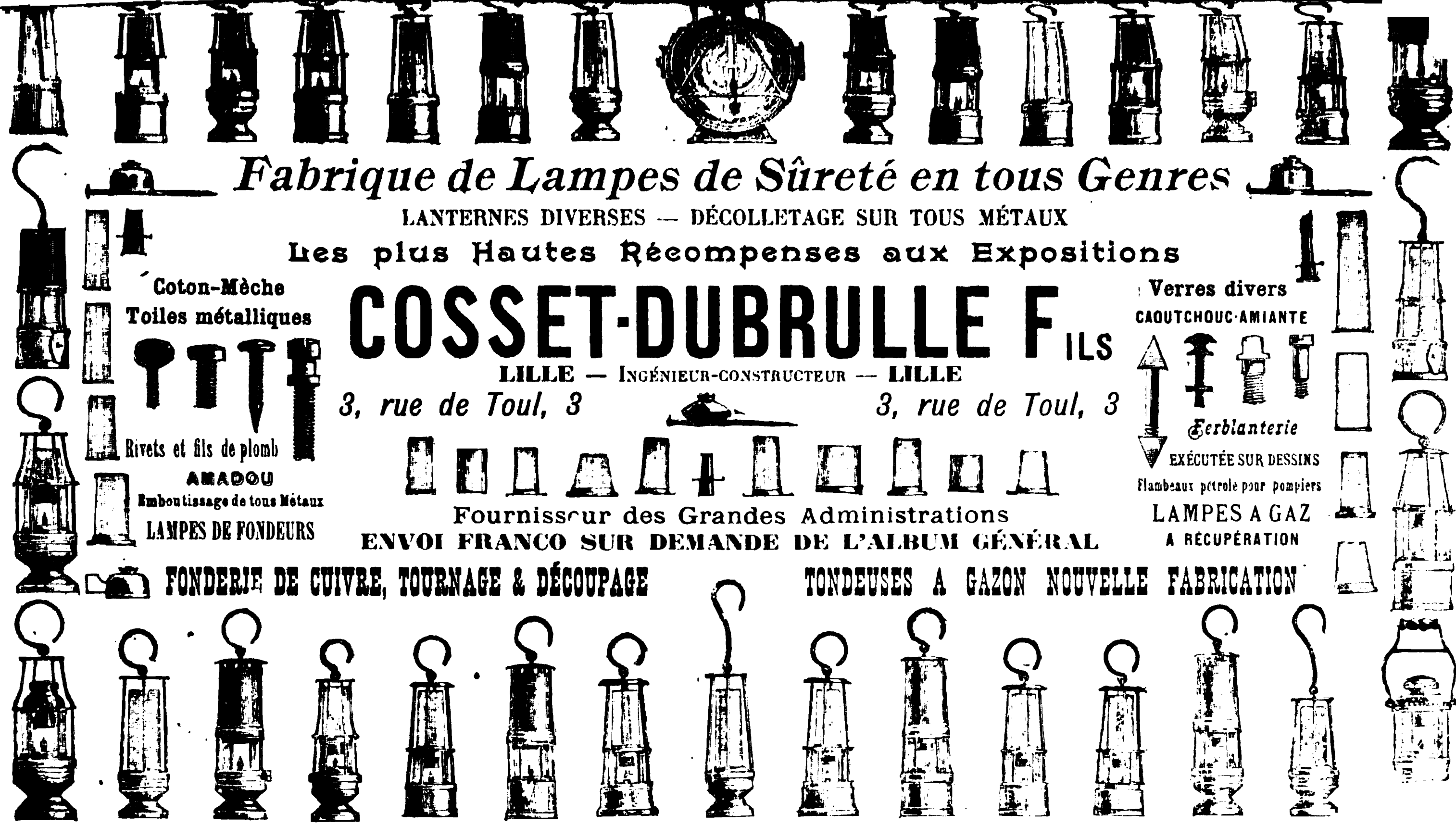
MÈCHES

DÉTONATEURS, CABLES

FILS

ET APPAREILS ÉLECTRIQUES

a co ... *être adressée au Siège social, 19, rue Louis-le-Grand.*


Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres
LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX
Les plus Hautes Récompenses aux Expositions
COSSET-DUBRULLE FILS
LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE
3, rue de Toul, 3
3, rue de Toul, 3
Coton-Mèche
Toiles métalliques
Rivets et fils de plomb
AMADOU
Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS
Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE
Ferblanterie
EXÉCUTÉE SUR DESSINS
Flambeaux pétrole pour pompiers
LAMPES A GAZ
A RÉCUPÉRATION
Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL
FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE
TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

ÉLÉVATEURS & TRANSPORTEURS

avec Chaînes simplex

Système BAGSHAWE

Brevetées S. G. D. G.

GODETS TOLE D'ACIER

VIS D'ARCHIMÈDE

APPAREILS POUR DÉCHARGEMENTS DE BATEAUX

TRANSMISSIONS

SIMPLEX

MARQUE DÉPOSÉE

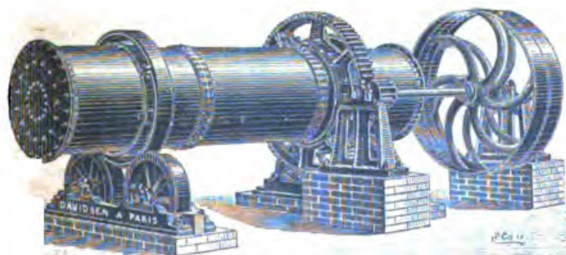
BAGSHAWE Aîné

INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR

PARIS. — 43, rue Lafayette. — PARIS

DAVIDSEN, Ingénieur Constructeur

ARIS, 144, Boulevard de la Villette, 144, PARIS



ROYEURS SPÉCIAUX

..NERAIS, QUARTZ ET MATIÈRES DURES

nna **'QUEMENT une GRANDE FINESSE et un GRAND RENDEMI**

SOCIÉTÉ ANONYME

HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINE

MACHINES D'EXTRACTION

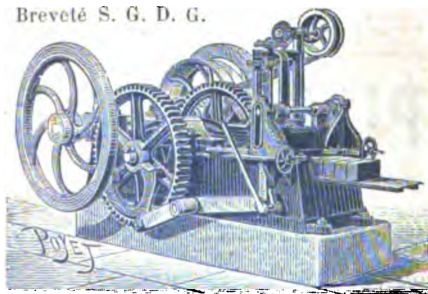
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS ET CHAR

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coût

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFO

Pression élastique. — Cohésion

Agglomération de minerais de fer ou de ... résidus de pyrites ou autres matières à ... vérulent pour en faciliter le traitement ... hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR ...

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons ... la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures, à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaufferettes de ...
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion. Engrais, Charbons, Minerais, etc.
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS OU A VAPEUR, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre, etc.

FOURS SÉCHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS, MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉDAILLES D'OR — **CONSTRUCTEURS — PARIS** — 4 MÉDAILLES ...

BREVETS D'INVENTION — **C. BLETRY Aîné**, Ingénieur-Cons... Successeur de **BLÉTRY Frères**, maison fondée ...

NOTE

SUR

LA TRACTION ÉLECTRIQUE

A PRISE DE COURANT AÉRIENNE

Par M. C. WALCKENAER, Ingénieur des Mines.

CHAPITRE I.

Généralités.

§ 1. — *Observations sur le développement de la traction électrique.*

L'Allemagne exploite actuellement 640 kilomètres de tramways et chemins de fer électriques ; la France, 280 ; les Iles Britanniques, 130 ; l'Italie, 120 ; l'Autriche-Hongrie, 90 ; la Suisse, 80 kilomètres (*). Il en existe quelques dizaines de kilomètres en Espagne et en Belgique ; puis viennent la Russie, la Serbie, et derrière elles les autres États. Au total, la traction électrique s'étend en Europe sur environ 1.500 kilomètres de lignes, avec 3.000 voitures automotrices et une puissance électrique totale de 50.000 kilowatts.

L'Amérique exploite par l'électricité 20.000 kilomètres de tramways (**). La ville de Saint-Louis en a 200 à elle seule ; une compagnie de Boston (West End Street Railway) en exploitait près de 300 dès 1893. En présence de ces

(*) *L'Industrie électrique*, supplément du 10 mars 1897.
(**) *Street Railway Journal*, supplément du 31 mai 1896.

chiffres, on dit que nous sommes en retard sur les Américains. Kilométriquement, c'est incontestable; mais il ne faut pas admettre *a priori* comme évident que le développement de la traction mécanique soit la mesure du bien de l'humanité et le criterium d'une civilisation supérieure. Cet énorme écart est le résultat normal d'une différence profonde des milieux. « En Amérique, disait le 25 mai 1895 M. H. Maréchal à l'Association des Ingénieurs coloniaux, la main-d'œuvre est chère et la houille à bon marché. Les rues y sont longues, larges et droites... Désire-t-on créer une voie nouvelle ? On commence, dès que le gros des terrassements est terminé, par y installer un tramway électrique. De simples poteaux en bois supportent les câbles conducteurs... On se contente d'une viabilité absolument primitive. Des planches grossièrement assemblées suffisent pour les trottoirs. Quant à la chaussée, personne ne la réclame, puisque l'on a le tramway. »

Il est inutile d'insister sur la situation extrêmement différente faite à l'exploitation des tramways dans nos villes et nos banlieues européennes. Les piétons et les gens en voiture y sont chez eux les premiers, et, pour ne parler que du plus essentiel, le tramway doit, tout d'abord, respecter leur sécurité. Or, aux États-Unis, la condition de sécurité n'a pas été parfaitement remplie, et les Américains reconnaissent que la fréquence des accidents est le vilain trait (*ugly feature*) de leur exploitation électrique (*).

(*) V. *Electrical Engineer*, janvier 1895. — Il peut être difficile de comparer les accidents donnés par les différents systèmes de tramways en Amérique, avec ceux qu'occasionne en Europe l'application des mêmes systèmes : les données techniques et sociales ne sont pas les mêmes : mais on peut comparer Amérique à Amérique : or il résulte de cette comparaison que la traction électrique s'est montrée beaucoup plus dangereuse que la traction animale. Voir, à ce sujet, les intéressantes statistiques publiées par M. H. Tavernier, *Annales des Ponts et Chaussées*, janvier 1896, pages 28 et suiv.

En grande majorité, les tramways exploités par l'électricité sont à prise de courant aérienne. Pourtant un mouvement intéressant se dessine vers une variété croissante de systèmes. Un certain nombre de ruptures, amenant la chute du fil aérien sur la voie publique, se sont produites aux États-Unis. L'opinion s'est émue : on a parlé du trolley meurtrier (*deadly trolley*) ; les systèmes, quoique plus coûteux, de la prise de courant souterraine ou de la traction par accumulateurs, ont paru valoir la peine d'être essayés. En Europe, des efforts ont eu lieu dans les mêmes directions. La construction des accumulateurs est en progrès. On paraît, en certains cas, trouver avantage à combiner ensemble deux systèmes pour concilier les différentes convenances de l'exploitation : d'où ces intéressantes tractions mixtes par fil aérien et accumulateurs, en service à Hanovre et à Dresde.

Le champ des applications de la traction électrique s'étend peu à peu. Établis sur plates-formes spéciales, desservis par des trains rapides qui font la poste et la messagerie, plusieurs des « railways » à fil aérien des États-Unis sont déjà pour le moins ce que nous appellerions des chemins de fer d'intérêt local. Sur les « railroads » eux-mêmes, plusieurs Compagnies américaines, par exemple celle du New York, New Haven and Hartford Railroad et celle du Pennsylvania Railroad, se sont mises à équiper électriquement des embranchements courts à trains fréquents et légers. Pour le service métropolitain des grandes villes, la prise de courant le long d'un conducteur rigide est appliquée aux lignes souterraines du City and South London Railway à Londres, de la rue Andrassy à Budapest ; on l'emploie sur les *elevated* de Liverpool et de Chicago. Elle sert, en France, depuis plus de quatre ans, à l'exploitation du chemin de fer à crémaillère du Salève. On y a eu recours, dans quelques cas spéciaux, pour assurer, sur des sections de chemins de fer

à grand trafic, la remorque des trains de marchandises : ainsi ont fait notre Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée sur un embranchement de 2.500 mètres entre Montmartre et la Béraudière, et, au moyen d'une installation remarquable, la Compagnie américaine du Baltimore and Ohio Railroad dans la traversée, longue de 4.500 mètres, de la ville de Baltimore.

On se bornera, dans la présente note, à résumer un certain nombre de données techniques essentielles touchant la traction par prise de courant aérienne (*). On laissera entièrement de côté la question des moyens d'arrêt des automoteurs ou des trains : c'est celle qui, en pratique, sur les tramways, intéresse le plus directement la sécurité publique : elle fera ultérieurement l'objet d'une étude spéciale, dans laquelle rentrera également l'examen des dispositifs protecteurs (*fenders*) que les Américains disposent en avant de leurs automobiles en vue de la sauvegarde des passants. Afin de limiter le cadre de ce résumé, l'on n'y traitera non plus ni de l'application aux mines ni du telphérage.

(*) Ce résumé ne peut naturellement prétendre à l'originalité du fond. On a mis à contribution, tant pour les renseignements que pour les figures, les diverses revues techniques, *Éclairage électrique*, *Electricien*, *Engineering* (notamment la série d'articles très documentés de M. P. Dawson), *Engineer*, *Electrical Engineer*, *Electrical World*, *Street Railway Journal*, *Scientific American*, *Engineering News*; les communications faites à l'*Institution of Electrical Engineers* et les si intéressantes discussions qui les ont suivies; le *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*; le mémoire de M. de Marchena; les livres récents de M. H. Maréchal (*les Tramways électriques*) et de M. P. Dupuy (*la Traction électrique*). On a consulté avec fruit le rapport de M. Ziffer à la IX[e] Assemblée générale de l'Union internationale permanente des tramways, tenue à Stockholm en 1896. Quelques figures ont été extraites des catalogues de la C[ie] Thomson-Houston et de la C[ie] de l'Industrie électrique, ainsi que du *Génie Civil*, de la *Revue générale des Chemins de Fer*, et de l'ouvrage publié l'été dernier à Genève, à l'occasion du Congrès des Électriciens (*Elektricitätswerke in der Schweiz*).

§ 2. — *Données générales de la question de traction.*

Poids du matériel roulant. — Sur les tramways proprement dits, une voiture remorquée, à 30 ou 40 places, pèse, vide, de 1,8 à 3 tonnes; si elle est à 50 places, 3,5 à 4 tonnes environ. Pour les voitures automotrices, ces poids sont très augmentés par les moteurs électriques, les renforcements nécessaires dans la constitution des trucks et les appareils accessoires. Une automobile électrique à 30 ou 40 places pèsera par exemple, sans voyageurs, de 4 à 6 tonnes; une automobile à 50 places, portée sur deux essieux et munie de deux moteurs, 7,5 ou 8 tonnes. Ce dernier poids correspond à 160 kilogrammes de poids mort par place offerte, et si le coefficient d'occupation est 1/4, on a à faire mouvoir, quand une telle automobile circule sans remorque, environ 700 kilogrammes par voyageur (voyageur compris). Mais, si la même automobile remorque une voiture à 50 places pesant 3,5 tonnes et si toutes les places sont occupées, le poids total à faire mouvoir par voyageur s'abaisse à 185 kilogrammes.

Il va sans dire que les données de ce genre sont très variables d'après la construction du matériel et les conditions du service. A plus forte raison ne peut-on rien dire de général sur les poids à remorquer dans les applications de la traction électrique aux chemins de fer.

Éléments du coefficient de traction: forme des rails. — Le coefficient de traction, à appliquer au poids de la voiture automobile ou du train, varie beaucoup suivant le type de la voie. S'il s'agit de lignes en dehors des villes, sur plates-formes spéciales, ayant plus ou moins le caractère de chemins de fer d'intérêt local, la voie est généralement en rails Vignole sur traverses. Mais, pour les

tramways qui suivent les boulevards ou les rues des villes,

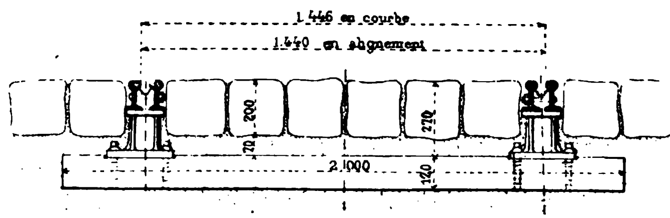
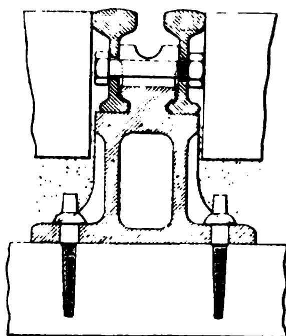


Fig. 1. — Voie Marsillon (ensemble).


Fig. 2. — Voie Marsillon (détail).

on trouve indispensable, en Europe du moins, de cahoter le moins possible les voitures ordinaires. On ne souffre donc, en principe, ni saillie par rapport à la surface générale de la chaussée, ni dénivellation sensible de celle-ci d'un côté à l'autre du rail; on admet seulement que cette surface

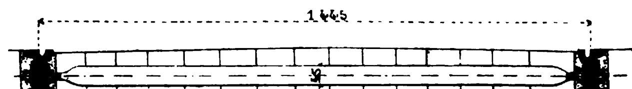


Fig. 3. — Voie Broca (ensemble).

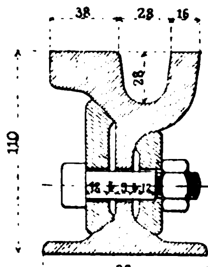


Fig. 4. — Voie Broca (détail).

soit interrompue, le long de chaque rail, par une fente qui laisse passer les boudins des roues, pourvu que cette fente soit assez étroite pour que les bandages des voitures ordinaires et les pneus des bicyclettes ne puissent s'y engager. En France, deux combinaisons sont employées à cet effet : la voie Marsillon à rail et contre-rail (*fig.* 1, 2), et les rails à ornière Broca (*fig.* 3, 4),

Humbert (*fig.* 5 et 6), ou analogues. Le rail Broca, ou

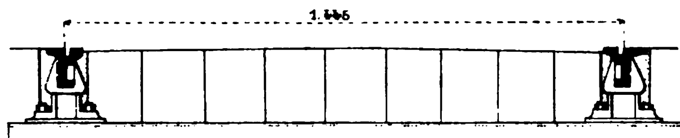


Fig. 5. — Voie Humbert (ensemble).

rail Phénix comme on dit à l'étranger, a des patins assez larges pour se poser directement sur le sol tassé, et n'exige pas des dispositions aussi complexes que le double rail Marsillon pour les connexions électriques destinées à assurer le retour du courant par la voie ; mais les boudins peuvent venir toucher au fond de l'ornière quand le champignon a de l'usure. Les ornières, dans tous ces types de voie, s'encombrent avec

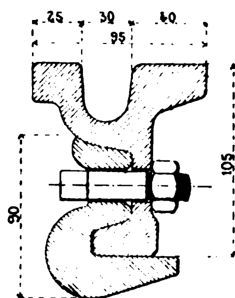


Fig. 6. — Voie Humbert (détail).

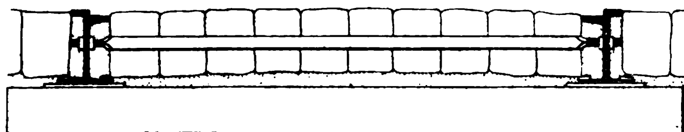


Fig. 7. — Ensemble d'une voie en rails à gradin.

la plus grande facilité de boue et de poussière donnant lieu à des frottements importants.

En Amérique, on ne se préoccupe pas beaucoup de la douceur de roulement des voitures ordinaires. Souvent, dans les États de l'Ouest, le rail **T** pénètre jusque dans l'intérieur des villes : on accepte à la surface de la voie publique les dénivellations nécessaires

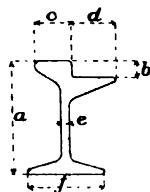


Fig. 8. — Détail d'un rail à gradin.

pour que les boudins passent librement. Un mode de construction plus soigné, et très répandu, consiste dans l'emploi du rail à gradin (*fig.* 7 et 8), ayant par exemple les cotes suivantes d'après M. P. Dawson :

POIDS PAR MÈTRE	COTES EN CENTIMÈTRES					
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*
33kg	15,2	2,86	5,1	6.4	0,88	10,2
49	21,6	2,70	5,1	7,6	1,11	14,0

Ces ressauts de 27 ou 29 millimètres ne seraient évidemment pas admis de ce côté-ci de l'Atlantique. Pour le service du tramway, le système est très satisfaisant : la surface inférieure de l'emmarchement ne retient pas la poussière et la boue comme l'ornière de nos voies, et les boudins passent sans frottements inutiles.

On emploie aussi, dans le même ordre d'idées, des rails symétriques à double emmarchement, tels que celui de la *fig.* 9, dont les cotes se rapportent à un poids de 30 à 35 kg : m.

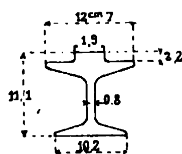


Fig. 9. — Rail symétrique à double gradin.

Pourtant, dans des grandes cités de la partie Est des États-Unis, on commence à sacrifier davantage à la viabilité de la chaussée, et l'emploi des rails à ornière se répand ; mais les Américains font l'ornière plus large et plus profonde que nous, et inclinent son bord intérieur à 45° sur la verticale, afin de faciliter le départ de la boue et de la poussière hors de cette rigole évasée : la *fig.* 10, qui se rapporte à un type du poids de 38 kg : m, montre ces dispositions.

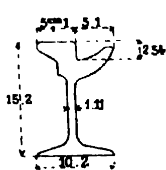


Fig. 10. — Exemple d'un rail à ornière employé en Amérique.

Les intéressantes études de M. K. Bowen sur les meilleures formes à donner aux surfaces de roulement, sur la composition chimique des rails et l'entretien des voies (*), sont un indice de l'importance croissante que les Américains attachent, d'autre part, à la réduction du coefficient de traction par une construction rationnelle et un entretien convenable des lignes.

Pour la stabilité de la voie et, par conséquent, la douceur de la traction, comme à d'autres points de vue, il est bon que les rails soient lourds. Il en a été des tramways comme autrefois des chemins de fer : on a commencé par des rails légers; puis on a été conduit par l'expérience à les renforcer de plus en plus. D'abord usuel à 25 kg : m, puis fréquemment égal à 30, 35, 38 kilogrammes, le poids du rail de tramway a été porté aux États-Unis jusqu'à 50 kg : m.

L'Europe fait de même : on a installé, par exemple, des rails de 45 kg : m sur le réseau de tramways le plus étendu de notre continent, celui de Hambourg (**).

Mode d'assemblage des rails. — Les ressauts d'éclissage nuisent plus ou moins à la facilité du roulement ; ils peuvent l'affecter d'une manière grave, si l'entretien est défectueux.

Cette cause d'accroissement du coefficient de traction se trouve évitée dans le système des rails soudés bout à bout. La soudure des rails fournit le moyen le plus radi-

---

(*) V. sa communication à l'*American Street Railway Association*, Saint-Louis, octobre 1896. M. Bowen recommande notamment de donner à la table de roulement du rail une inclinaison sensiblement égale à la conicité des roues : on ralentit de cette façon l'usure, et, si à là vérité l'on se condamne ainsi dés le commencement à quelques frottements parasites par suite des légères inégalités de diamètre des roues aux différents points de contact, ces frottements n'absorbent que peu d'énergie, et l'on serait dans tous les cas obligé de les subir après une certaine usure.

(**) Les tramways de Hambourg ont 90 kilomètres de développement.

cal, comme nous le verrons plus bas, d'assurer à la voie la conductance désirable. Elle avait d'abord paru une utopie, à cause du jeu que l'on croyait indispensable de laisser aux dilatations. Mais il faut remarquer que, dans les limites d'écart des températures à prévoir, la variation de longueur résultant de l'échauffement ou du refroidissement du rail peut être compensée par une compression ou une extension élastique. En effet, le coefficient de dilatation linéaire de l'acier est 0,000012 ; pour 30° d'accroissement de température, la dilatation est 0,00036. En admettant que le module d'élasticité soit égal à 20.000 kg : mm², il suffit d'une pression de $20.000 \times 0,00036 = 7,2$ kg : mm² pour annuler cette dilatation. La suppression des dilatations est donc une affaire de solidité d'attache et de maintien de la voie.

Soit s la section du rail en millimètres carrés. Si la pression précédente devait être produite par un effort exercé tout entier sur l'extrémité du rail, cet effort devrait être de $7,2 \times s$ kilogrammes, valeur considérable. Mais ce n'est pas ainsi que la question se présente. Les résistances qui s'opposent au déplacement longitudinal du rail sont assimilables à un frottement énergique réparti tout le long de ce rail. Imaginons, comme cas simple, un rail rectiligne, tellement attaché sur ses traverses et enterré dans la chaussée que tout déplacement transversal soit impossible et qu'il y ait au déplacement longitudinal une résistance de t kilogrammes par mètre courant. A partir d'une distance de l mètres de chacune des extrémités, telle que l'on ait : $lt = 7,2 \times s$, aucune dilatation ne peut se produire. Ce ne sont que les l premiers mètres et les l derniers qui éprouvent un déplacement longitudinal. La plus grande valeur de ce déplacement, qui a lieu à l'extrémité, se calcule aisément (*) ; en appelant Δl l'accroissement de

(*) M. Ch.-Ed. Guillaume, *Industrie électrique* du 10 février 1896, p. 55.

la longueur l, et x une longueur variable comptée à partir de l'extrémité, l'on a :

$$\Delta l = \int_0^l \left(0{,}00036 - \frac{1}{20000}\frac{tx}{s}\right) dx = 0{,}00018.l.$$

Si le rail est assez puissamment maintenu pour que l soit modéré, Δl sera donc peu sensible.

Or sur les tramways, sur ceux des villes tout au moins, on se trouve à cet effet dans des conditions favorables, en raison de ce que le rail est en majeure partie noyé dans la chaussée. M. Mac-Culloch calcule que la section droite d'un rail américain de 17,5 cm de hauteur a une périphérie de 73 centimètres; sur ces 73 centimètres, 16 seulement, soit 22,4 p. 100 se trouvent à l'air libre. Ainsi enclavé, le rail est fortement maintenu; en même temps, il est sujet à des variations de température moins brusques que s'il était entièrement exposé à l'air. Il n'est généralement pas nécessaire, dans ces conditions, de réserver du jeu pour ses dilatations, et cela est si vrai que ce n'est pas par la soudure que les Américains ont tout d'abord rendu les rails jointifs. Ils ont commencé, sur les lignes enclavées dans les chaussées pavées des villes, par supprimer le jeu aux éclissages au moyen de cales d'acier, afin d'assurer une meilleure tenue à la voie et une plus grande douceur au roulement.

La soudure des rails par l'électricité, qui est venue ensuite, ne s'est donc pas heurtée, sous ce rapport, à l'impossibilité à laquelle on aurait pu s'attendre à première vue. Toutefois cette compensation des dilatations par l'élasticité ne se fait pas sans imposer au métal des tensions sérieuses, et l'on peut être exposé à voir se produire, sur les voies en rails soudés, des ruptures par les grands froids; tout récemment encore M. K. Baylor exprimait quelques réserves au sujet des garanties de solidité des lignes ainsi établies.

La méthode d'exécution est la suivante (Johnson) : On fait buter fortement l'un contre l'autre les deux rails à assembler, on les polit avec soin à l'aide de meules d'émeri sur 5 centimètres de longueur de chaque côté, puis on les serre entre des mâchoires qui s'appliquent très exactement contre eux, de part et d'autre du joint à souder. Le courant est fourni à ces mâchoires par le dispositif dont la *fig.* 11 donne le schéma. On amène sur

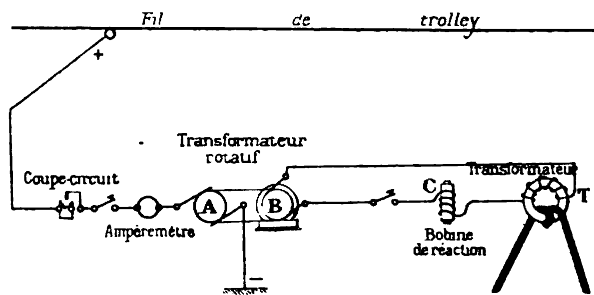


Fig. 11. — Soudure des rails par le procédé Johnson.

place, au moyen du tramway lui-même, un véhicule spécial, sur lequel le courant de ligne fait tourner une réceptrice A, qui entraîne un alternateur B. Le courant alternatif produit, dont la fréquence est de 70 à 75 périodes par seconde, passe dans une bobine de réaction C pour le réglage, puis dans le circuit primaire d'un transformateur T dont le secondaire comprend une seule spire d'un très gros conducteur tubulaire, aboutissant aux mâchoires. Un courant d'eau, passant à l'intérieur des bras portant celles-ci, en combat l'échauffement. D'après M. P. Dawson, l'exécution d'une soudure absorberait pendant deux ou trois minutes 250 ampères sous 500 volts.

Ce procédé semble avoir, quant à présent, cédé le pas au procédé Falk, consistant non plus à souder ensemble les deux bouts de rails jointifs, mais à les empâter soli-

dement, sur 40 centimètres de longueur environ, dans un manchon épais de fonte coulée sur place. On fait avancer le long de la voie une fonderie sur chariot, comprenant un cubilot d'une capacité de 4 tonnes et une soufflerie à vapeur. Autour des bouts de rails à réunir est disposé un moule en deux pièces, préalablement porté au rouge et enduit de graphite. A Milwaukee, où les rails ont une section de 38 centimètres carrés et pèsent 30 kg : m, chacun des manchons de fonte pèse 59 kilogrammes et mesure 406 millimètres de longueur, ce qui lui suppose une section moyenne d'environ 7 fois celle du rail. A Chicago, les rails, du poids de 50 kg : m, sont reliés aussi par des manchons ayant une section moyenne à peu près 8 fois supérieure à la leur. La fonte employée est un mélange de 50 p. 100 de fonte dure siliceuse, 25 p. 100 de fonte douce et 25 p. 100 de riblons.

Suivant les circonstances de l'opération, la température des rails et l'état de leurs surfaces, on a plus ou moins de points où la fonte paraît adhérer aux rails. Souvent il ne se produit aucun encollage, et les rails conservent la liberté de se rétracter sous l'action du froid en glissant légèrement dans le manchon. La tenue de l'assemblage n'en est pas, paraît-il, moins satisfaisante, et l'on dit beaucoup de bien des qualités mécaniques des voies ainsi obtenues.

Valeurs du coefficient de traction. — Le coefficient de traction, c'est-à-dire le rapport de l'effort de traction au poids du train en alignement droit, sur palier et avec vitesse uniforme, n'est pas seulement déterminé par les dispositions de la voie ; il dépend, dans une mesure considérable, de son état d'entretien ; il est d'ailleurs fonction aussi de la constitution du train lui-même et de la vitesse de la marche. Les indications générales qu'on peut donner à son sujet sont donc nécessairement assez vagues. Dans les conditions des expériences de M. H. Hering, et avec

des automobiles de 8,5 tonnes, ce coefficient a été trouvé égal à 0,006 (6 kilogrammes par tonne). Mais on admet que, sur les tramways, il faut ordinairement prendre le double, 0,012, pour avoir un chiffre moyen correspondant à la pratique courante. M. P. Dawson indique 0,013 pour les rails à ornière sous le climat anglais. On a trouvé 0,015 aux tramways de Budapest. L'influence de l'état d'entretien a été récemment l'objet d'un essai comparatif spécial sur les tramways funiculaires de Chicago : le coefficient a été trouvé supérieur de 0,006 sur une voie défectueuse à ce qu'il était sur bonne voie (Bowen). En résumé, 0,085 paraît correspondre à un état de choses avantageux, 0,012 à des conditions moyennes sur un tramway ordinaire, et dans les cas défavorables le coefficient de traction peut s'élever à 0,020 ou 0,025.

Courbes et rampes. — Le rayon minimum des courbes admissibles dépend naturellement des dispositions du matériel roulant. Avec des empatements rigides de 1,8 m, les Américains abaissent couramment ce rayon jusque vers 10 mètres, sur des tramways proprement dits à voie normale ; mais ils ont reconnu que l'entrée en courbe doit être facilitée par une progressivité de la courbure. La configuration des villes des États-Unis y rend fréquents les tournants à angle droit : les Américains ne manquent pas d'établir ces tournants par séries, suivant des types uniformes. Par exemple, sur un tramway de New-Haven (Connecticut), chaque tournant comprend, depuis l'un ou l'autre des alignements droits jusqu'au sommet de la courbe, trois rayons de courbure successifs de 31, 16 et 12 mètres.

La résistance supplémentaire en courbe, d'après Reckenzaun, double l'effort sur des courbes de 15 mètres de rayon, et le triple si le rayon s'abaisse à 10 mètres. Sur des courbes ayant leurs rayons compris entre 30 et 7,5 m, et pour une vitesse d'environ 5 km : h, ce coeffi-

cient, comme le rappelle M. **Dawson**, a été **trouvé** empiriquement égal à $\frac{A}{R}$, R étant le rayon de la courbe, et A une constante dépendant de la longueur de l'empatement rigide de l'automobile. On aurait (R étant un nombre de mètres compris entre 30 et 7,5) :

Empatement	A
1,22 m.............	0,302
1,83 m.............	0,393
2,13 m.....	0,430

Enfin, en rampe, il faut, comme on sait, majorer l'effort de traction, pour équilibrer la pesanteur, d'autant de kilogrammes par tonne que la rampe a de millimètres par mètre.

La valeur maximum des déclivités à admettre doit être fixée, non d'après l'effort à la montée, mais d'après les moyens de prompt arrêt à la descente. Une automobile à trolley, sans remorque, peut recevoir sous le rapport de l'effort moteur une élasticité suffisante pour utiliser la totalité de son adhérence : on pourrait donc, à ce point de vue, lui faire gravir une rampe égale au coefficient d'adhérence lui-même ; mais le problème des freins est très délicat et, même avec un frein excellent, les limites du glissement rendent difficile au machiniste d'un tramway, descendant une pente, d'être en toutes circonstances assez maître de son automobile pour que la sécurité des piétons et des voitures ordinaires soit assurée. Ce point n'est généralement pas, de la part des constructeurs et des exploitants de tramways, l'objet d'une attention suffisante.

Variations de vitesses ; démarrages. — Ce qui précède est relatif à l'effort de traction sous vitesse constante. Mais ce n'est pas cet effort qui fixe la limite du couple dont les moteurs doivent être capables ni leur puissance

maximum. La vitesse a fréquemment à varier ; toutes les fois qu'elle doit croître, il faut ajouter à la force qui entretiendrait le mouvement uniforme une force égale au produit de la masse du train par l'accélération à réaliser, et fournir en sus du travail qui entretiendrait le mouvement uniforme un travail égal à la demi-variation de force vive.

C'est lors des démarrages que ce travail supplémentaire a le plus d'importance. Il revient au même de démarrer vite ou lentement, sous le rapport de la force vive gagnée par le train ; cela ne revient pas au même au point de vue de l'énergie électrique dépensée, à cause des variations de rendement des moteurs, des glissements, etc. Les expériences de M. Knox ont montré, comme nous le verrons plus loin, que tel démarrage d'automobile, qui, sur un tramway, absorbe 307.000 joules s'il est fait en 9,5 secondes sur un espace de 25,9 m, n'en absorbe que 222.000 s'il est fait en 12 secondes, sur 45,72 m. Quoi qu'il en soit, c'est une nécessité pratique de démarrer promptement ; on sera donc conduit à donner à l'effort moteur, lors des démarrages, une valeur voisine du maximum possible eu égard à l'adhérence. Ce maximum est le produit du poids adhérent par le coefficient d'adhérence f : pour une voiture à adhérence totale, sans remorque, il est donc $1.000.f$ kilogrammes par tonne. Si une telle voiture, pesant 10 tonnes en charge, est équipée avec deux moteurs, pouvant donner chacun, au démarrage, un effort de 800 kilogrammes à la jante des roues, le plus grand effort réalisable atteindra $10.000.f$ kilogrammes toutes les fois que f sera inférieur à 0,16 ; si f s'élevait au-dessus de 0,16, il conserverait la valeur maximum de 1.600 kilogrammes. Pour un état moyen du rail, si $f = 0,1$, l'effort réalisable au démarrage de cette voiture est 1.000 kilogrammes ; c'est $\frac{100}{12}$ fois, ou environ 8 fois, l'effort normal de traction, en admet-

tant pour ce dernier la valeur de 12 kilogrammes par tonne.

Si le poids adhérent ne valait que la moitié du poids total, soit que l'automobile n'eût qu'un essieu moteur, soit qu'elle traînât une remorque, l'effort maximum ne pourrait, avec $f = 0,1$, valoir plus de 4 fois l'effort normal.

Quant à la puissance de traction, si une automobile à adhérence totale, pesant 10 tonnes en charge, se mouvait sur palier avec une vitesse uniforme de 12 kilomètres par heure, sous un effort de 12 kilogrammes par tonne, cette puissance serait seulement 5,33 chevaux. Mais une rampe de 0,04 fait passer l'effort à 52 kilogrammes par tonne, et la puissance à 23 chevaux, rien qu'en vitesse uniforme.

M. Hering a expérimenté des automobiles pesant 8,5 tonnes, ayant pour coefficient de traction 0,006 : la traction en palier sous vitesse constante aurait donc absorbé $6 \times 8,5 \times 1.000 = 51.000$ kilogrammètres par voiture-kilomètre. Or, dans les conditions réelles de profil et de variations de vitesse, l'énergie électrique dépensée par voiture-kilomètre a été 812 watts-heures, soit 298.000 kilogrammètres ; d'autre part, le rapport entre le travail à la jante des roues et l'énergie électrique dépensée était 0,6 ; la dépense de travail utile s'est donc élevée à $298.000 \times 0,6 = 178.000$ kilogrammètres. Ainsi, 178.000 au lieu de 51.000 ; la différence, 127.000 kilogrammètres, soit 71,4 p. 100 du total, avait été absorbée par les démarrages et les rampes.

Le chiffre de 178.000 kilogrammètres par voiture-kilomètre, pour une automobile de 8,5 tonnes, correspond à un effort moyen de traction de 21 kilogrammes par tonne. Il s'agit d'un cas où, comme nous l'avons déjà fait observer, le coefficient de traction proprement dit, 0,006, avait une faible valeur. M. H.-F. Parshall donne, comme correspondant à la pratique courante des tramways, des

indications d'où ressortirait un chiffre un peu plus élevé. D'après lui, une automobile d'environ 4 tonnes, marchant à une vitesse moyenne de 15 kilomètres par heure, consomme moyennement comme énergie électrique un kilowatt-heure par mille anglais, soit 621.5 watts-heures ou 228.000 kilogrammètres par kilomètre. En supposant que le rapport entre le travail utile à la jante des roues et la dépense d'énergie électrique soit 0.6 comme dans le cas précédent, et tenant compte du poids de l'automobile, il résulterait de là un effort moyen de traction égal à 34 kilogrammes par tonne.

En pratique, la puissance et l'effort maximum des moteurs doivent être très largement calculés. Les Américains ne craignent pas, sur leurs tramways urbains, de munir chaque automobile de deux moteurs de 25 chevaux. Une élasticité très grande est chez eux une nécessité qui résulte des habitudes de l'exploitation. Quand les circonstances l'exigent, ils font remorquer aux automobiles deux et quelquefois trois voitures chargées de monde, et, comme le dit M. Wilkinson, « l'expression *chargées de monde*, appliquée aux voitures des tramways américains, doit être entendue dans son sens le plus littéral. Non seulement toutes les places assises et debout sont occupées à l'intérieur, mais les plates-formes du machiniste et du receveur sont bondées, et des voyageurs se tiennent extérieurement à la voiture partout où le pied a la moindre prise ». M. Wilkinson a vu à Chicago, pendant l'Exposition de 1893, aux jours de grande circulation, des voitures avec des voyageurs assis dans l'ouverture des fenêtres, d'autres juchés sur le toit, et la plate-forme d'arrière surchargée d'une telle grappe humaine que les pièces inférieures de la caisse venaient râcler la voie.

CHAPITRE II.

Équipement électrique des véhicules moteurs.

§ 1. — *Moteurs à courant continu.*

Dispositions générales. — On fait porter les caisses des voitures motrices, suivant leur grandeur et le tracé de la ligne, ou sur un truck à deux essieux rigides, ou sur des bogies à un ou à deux essieux. Pour guider l'orientation de deux bogies à un seul essieu, on a essayé de les relier à un troisième essieu médian, pourvu d'une paire de roues directrices de petit diamètre (*fig.* 12 et 13);



Fig. 12. — Bogies à un essieu avec roues médianes directrices (élévation).

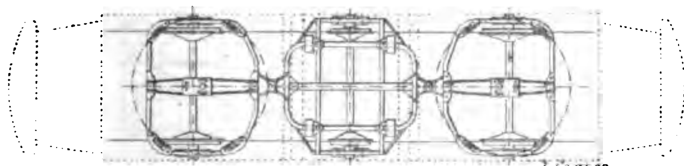


Fig. 13. — Bogies à un essieu avec roues médianes directrices (plan).

mais on ne s'est pas très bien trouvé de ce système, qui ne se prête que difficilement au passage des points spéciaux de la voie. Le système employé par la Cie des tramways de Paris et du département de la Seine, pour les voitures (à accumulateurs) des lignes de Saint-Denis, consiste à relier les deux bogies l'un à l'autre par un assemblage élastique, qui tend à les redresser (*fig.* 14 et 15). Enfin, lorsqu'on veut faire circuler de

très longues voitures sur des courbes de petit rayon,

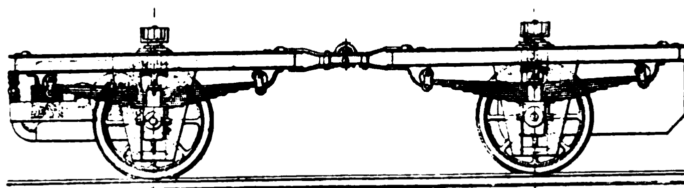


Fig. 14. — Bogies à un essieu reliés élastiquement (élévation).

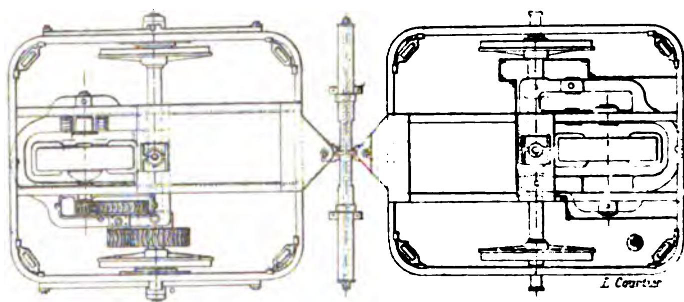


Fig. 15. — Bogies à un essieu reliés élastiquement (plan).

il faut faire porter chacune d'elles sur deux bogies à deux essieux (*fig.* 16).

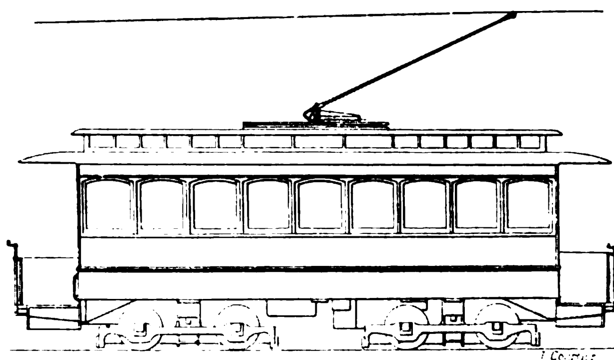


Fig. 16. — Voiture à bogies des tramways de Boston.

Ce qui précède s'applique aux tramways. Quant aux

véhicules moteurs employés dans la grande traction, il convient très généralement de les porter sur deux bogies, disposition qui assure au véhicule le maximum de souplesse et de stabilité. C'est ainsi que sont disposés les fourgons moteurs de l'embranchement de Nantasket Beach, les voitures motrices mixtes à voyageurs et bagages du California Ry., etc.

La *fig.* 17 montre l'ensemble d'une voiture de l'*elevated* de Liverpool : les trains sont composés de deux voitures semblables, chacune mesurant 13,7 m de longueur et pouvant recevoir 57 voyageurs ; les bogies, distants de 9,75 m d'axe en axe, ont chacun 2,13 m d'empatement. Les voitures de l'*elevated* de Chicago sont aussi montées sur des bogies à deux essieux : la *fig.* 18 donne le détail de l'un d'eux.

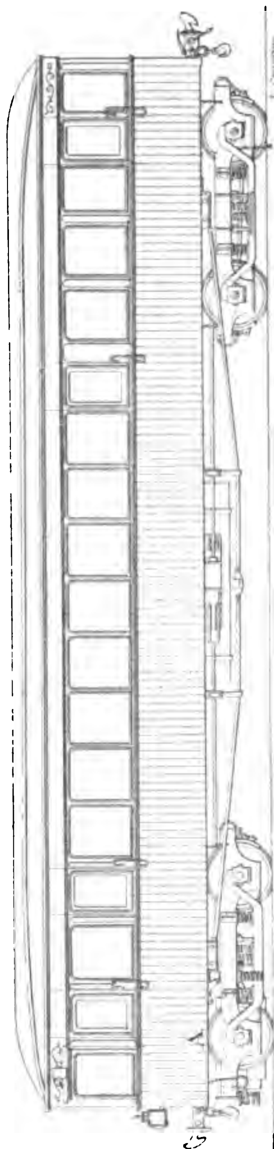


FIG. 17. — Ensemble d'une voiture de l'*elevated* de Liverpool.

Les locomotives électriques portent sur deux essieux, lorsqu'elles sont d'un type léger et ramassé, comme la locomotive du City and South London (*fig.* 19), ou comme le modèle de 30 tonnes

exposé en 1893 par la General Electric C° à la *World's*

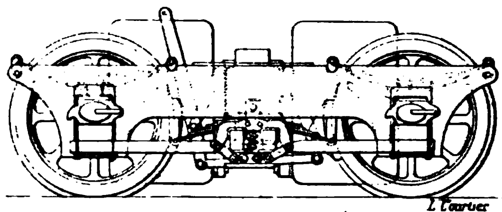


Fig. 18. — Bogie moteur (*Elevated* de Chicago).

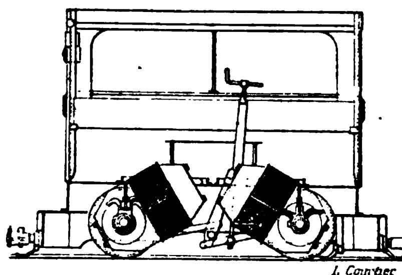


Fig. 19. — Locomotive du City and South London Railway.

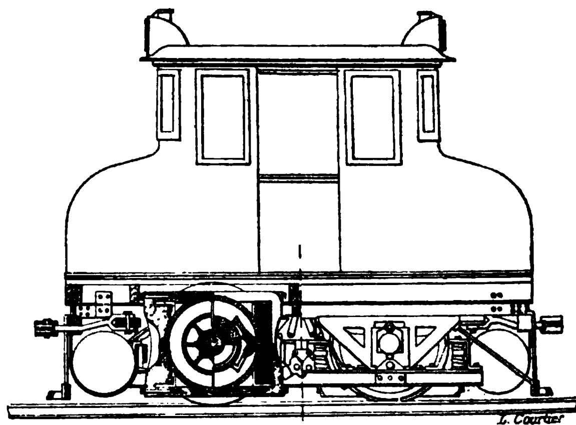


Fig. 20. — Locomotive de la G. E. C°, type de 30 tonnes.

fair de Chicago (*fig*. 20).

Pour des poids supérieurs, on a naturellement recours à l'emploi des bogies, dont l'électricité permet de rendre moteurs tous les essieux. Sur la *fig.* 21, on voit les dispo-

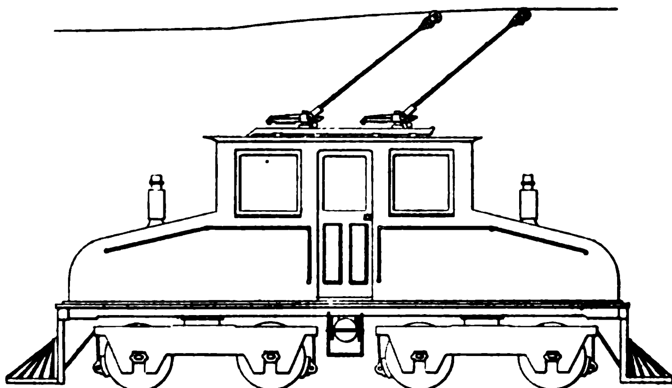


Fig. 21. — Locomotive de la G. E. C°, type de 40 tonnes.

sitions adoptées par la General Electric C° pour une locomotive de 40 tonnes ; la *fig.* 22 représente un des bogies

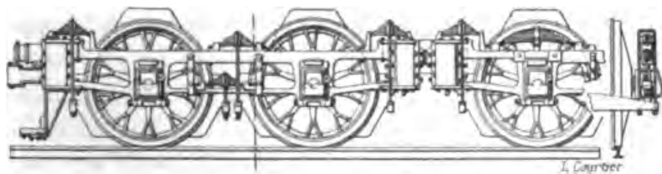


Fig. 22. — Élévation et coupe partielles montrant la disposition des bogies de la locomotive électrique du B. and O. RR.

de la locomotive de 90 tonnes employée à la traction électrique du Baltimore and Ohio Railroad.

Il peut quelquefois suffire, pour la propulsion, de rendre adhérente une partie du poids des véhicules (pourvu qu'on intéresse quand même le poids total à l'action des freins). La voiture de l'*elevated* de Liverpool, représentée *fig.* 17, n'a de moteur que sur l'essieu marqué A sur le dessin ; elle

est munie du frein à air Westinghouse, agissant sur tous les essieux. De même, sur des tramways à profil facile, et sous réserve de l'emploi d'un système de frein rapide utilisant l'adhérence totale, une adhérence partielle pourra suffire pour l'action du moteur. Une automobile à deux essieux aura, par exemple, un seul moteur agissant sur l'un d'eux. Cette solution, quand elle suffit, a pour avantage de réduire au minimum le nombre des organes du mécanisme ; elle réduirait aussi au minimum, par voie de conséquence, les pertes d'énergie, si l'emploi de deux moteurs n'avait sous ce rapport un avantage spécial, par suite de la faculté de les grouper à volonté en quantité ou en série.

Pour les automoteurs à deux essieux, il y a de plus un inconvénient pratique à n'avoir qu'un seul moteur : s'il subit une avarie, la voiture se trouve complètement en détresse.

Pour rendre moteurs simultanément les deux essieux d'un même truck, on peut soit transmettre à l'un et à l'autre le mouvement d'un moteur unique, soit employer deux moteurs.

Comme exemples du moteur unique, on trouve les automobiles du tramway de Buda-Pest, où le mouvement est transmis du moteur aux essieux par des chaines Galle ; il en est de même sur la locomotive provisoirement employée par la Cie Paris-Lyon-Méditerranée sur l'embranchement de Montmartre à La Béraudière, où la roue *bb*, qui reçoit le mouvement du moteur électrique par le pignon A, porte un pignon denté B relié par chaînes Galle aux roues dentées C montées sur les essieux du véhicule (*fig.* 23). Un moteur unique actionne aussi deux essieux dans le système Sperry, où l'axe du moteur est parallèle à celui de la voiture et agit par des pignons d'angle sur deux roues d'angle solidaires des essieux (*fig.* 24). En principe général, une seule machine bien construite donne un meilleur rendement que deux petites. Toutefois, en

certains cas, cet avantage peut être plus que compensé

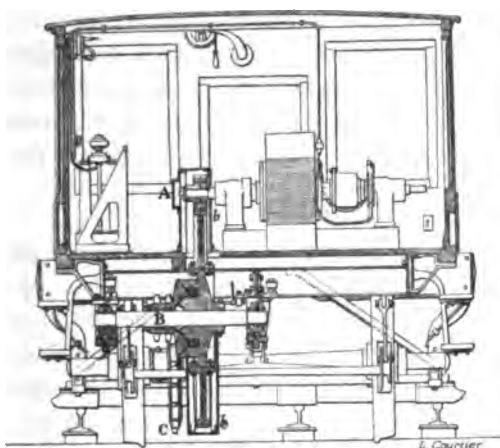


Fig. 23. — Locomotive électrique, embranchement de Montmartre à La Béraudière (réseau P.-L.-M).

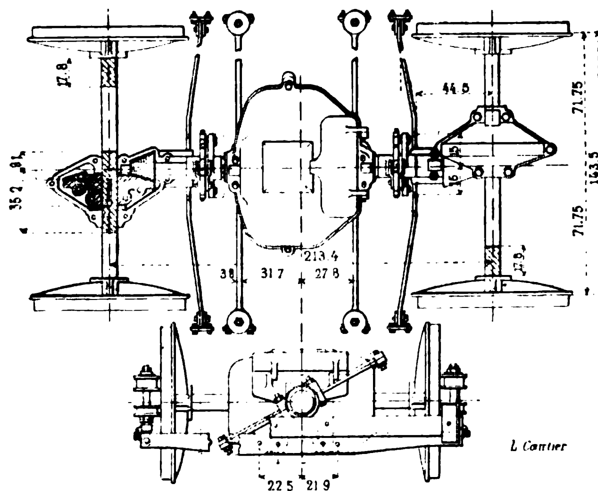


Fig. 24. — Moteur Sperry (plan et élévation).

par la complication des transmissions. La division de la

puissance entre deux moteurs a d'ailleurs toujours l'avantage de permettre de les grouper à volonté en parallèle ou en série. En outre, lorsqu'il s'agit de tramways, deux petits moteurs sont plus faciles à loger qu'un gros sous la caisse de la voiture, où l'on ne dispose ordinairement que d'une hauteur de 60 à 70 centimètres. Enfin, en cas d'avarie à l'un des moteurs, l'autre peut suffire à ramener la voiture au dépôt.

Transmission du mouvement des moteurs aux essieux. — La force contre-électromotrice d'un moteur ayant pour valeur $Nn\Phi$ (*), et N et Φ étant, sur les voitures des tramways, assez étroitement limités par l'emplacement dont on dispose, où l'on ne peut loger une armature de plus de 50 centimètres de diamètre, il est avantageux que n soit grand. Mais les essieux n'ont pas à faire plus de 100 ou 120 tours par minute : avec des roues de 60 centimètres, une vitesse de 12 km : h, ou 200 mètres par minute, ne correspond qu'à 110 tours. Or une armature de 50 centimètres de diamètre, qui tournerait à 120 tours par minute ou 2 tours par seconde, aurait une vitesse périphérique de 3,14 m, ce qui est en général insuffisant pour un bon rendement.

C'est pourquoi l'on n'a généralement pas réussi, pour cette classe d'automobiles, à actionner directement les essieux par les moteurs électriques, sans organe de transmission intermédiaire. Le montage direct d'un moteur électrique sur l'essieu d'un véhicule n'est, d'ailleurs, pas aussi simple qu'il pourrait sembler à première vue, parce qu'on ne peut, dans aucun cas, l'y caler d'une manière rigide. Il serait soumis à des trépidations inadmissibles ; il faut que le moteur électrique soit suspendu.

(*) N, nombre de spires sur la périphérie de l'armature ; n, nombre de tours par minute ; Φ, flux magnétique utile. Toutes nos formules sont en C. G. S.

On est donc obligé de donner à l'armature du moteur un arbre creux, dans lequel l'essieu est logé avec un jeu suffisant ; le moteur est porté par le châssis du véhicule avec interposition de ressorts ou de tampons élastiques, et son arbre creux fait tourner les roues, parce qu'il porte des bras d'entrainement, qui agissent sur les rais par l'intermédiaire de ressorts.

Malgré cette disposition un peu complexe, ce mode de commande est assurément plus avantageux que l'emploi d'un organe de réduction de vitesse, sous le rapport de la perte d'énergie. On l'emploie donc, lorsqu'il s'agit d'essieux à animer d'une forte vitesse angulaire, tels que ceux d'une

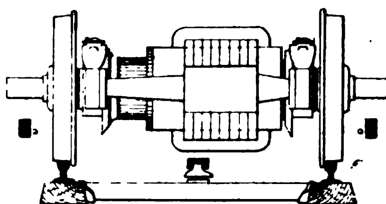


FIG. 25. — Essieu moteur de l'*elevated* de Liverpool.

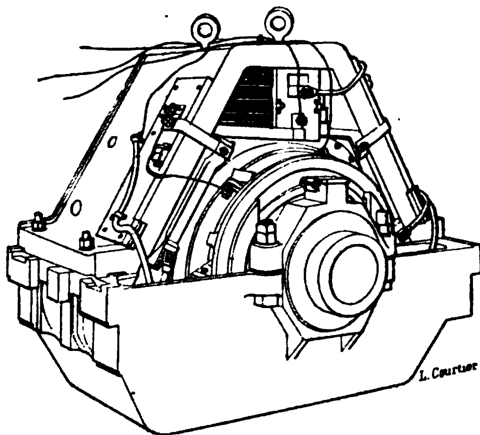


FIG. 26. — Moteur de la locomotive du B. and O. RR.

locomotive ou d'un véhicule automoteur de chemin de fer

proprement dit. Sur les essieux moteurs de l'*elevated* de Liverpool, les moteurs sont établis comme l'indique la *fig.* 25; les *fig.* 19, 20, montrent les dispositions adoptées pour des locomotives électriques; la *fig.* 26 donne le détail d'un des moteurs des bogies représentés *fig.* 22; les *fig.* 27 et 28 donnent le mode de commande des roues de la locomotive imaginée par M. J.-J. Heilmann.

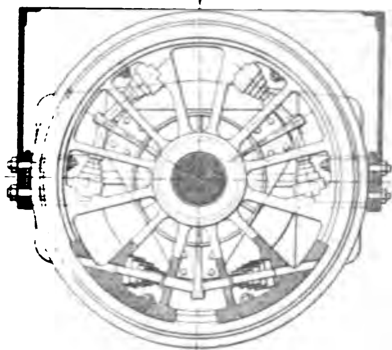


Fig. 27. — Commande des roues d'une locomotive électrique (J.-J. Heilmann).

Sur les tramways, on a essayé des combinaisons analogues : la *fig.* 29 donne l'ensemble du moteur sans

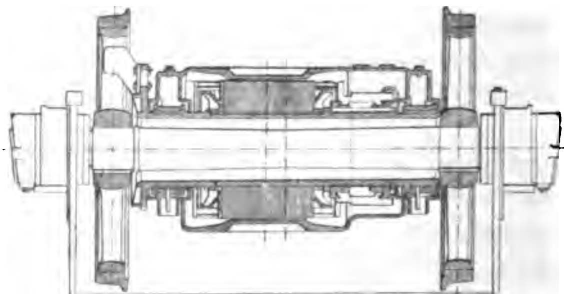


Fig. 28. — Coupe d'un moteur d'une locomotive électrique (J.-J. Heilmann).

engrenage (*gearless motor*) de M. Short. Mais ce genre de solution n'a pas prévalu, à cause de la difficulté de concilier un bon rendement du moteur avec une faible vitesse périphérique de son armature.

L'emploi d'un intermédiaire est donc, pour les moteurs

des voitures de tramways, la solution habituelle. L'intermédiaire peut être double ou simple : on peut constituer un système à double réduction ou à simple réduction de vitesse. La double réduction, telle que la montrent par exemple les *fig.* 14 et 15, qui se rapportent à une disposition prise il y a plusieurs années par les tramways de Paris et du département de la Seine, ou la *fig.* 30 qui représente le moteur Sprague, donne toute facilité pour faire tourner l'armature à la vitesse angulaire la plus avantageuse : si c'est, par exemple, 1.400 tours, et si les rapports de réduction sont 1 : 3 : 12, l'essieu tournera à

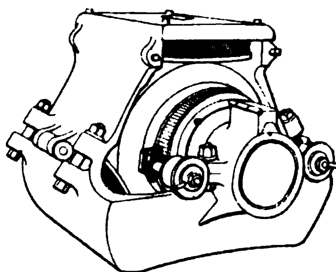


Fig. 29. — Moteur Short, type 1892.

$$\frac{1.400}{12} = 117 \text{ tours.}$$

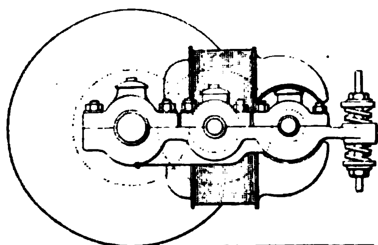


Fig. 30. — Moteur Sprague.

Mais la superposition de deux commandes intermédiaires rend excessives les pertes d'énergie par frottement que nous nous préoccupions tout à l'heure de réduire au minimum, et, de plus, elle entraîne des complications de mécanisme qui sont à éviter à tous égards.

Aussi le système qui prévaut aujourd'hui est-il celui de la simple réduction de vitesse. Dans ce système, si l'on veut pouvoir conserver à l'armature une allure de rotation de l'ordre de grandeur de 1.000 tours, il faut que l'organe de réduction soit une vis sans fin engrenant avec un pignon. Cette combinaison, préconisée par Reckenzaun,

a été employée avec succès, par exemple par MM. Siemens et Halske aux tramways de Gênes : une vis d'acier poli à trois filets engrène avec une roue en bronze phosphoreux baignant par le bas dans l'huile. La facilité que procure cette solution, au point de vue du rapport de réduction, permet de conserver beaucoup de légèreté au moteur. Mais la construction de la vis doit être très soignée, et ce mode de transmission s'est, pour ce motif, peu répandu.

Le plus souvent, on se borne à un rapport de réduction voisin de 1 : 5 (1 : 4,78 pour les automobiles à moteurs G. E. 800 de la Cie Thomson-Houston) ; quand les essieux font 100 ou 120 tours, l'armature tourne à 500 ou 600 tours par minute ; sa vitesse périphérique, si elle mesure 50 centimètres de diamètre, est de 12 à 15 m : s. On sait aujourd'hui construire des moteurs à bon rende-

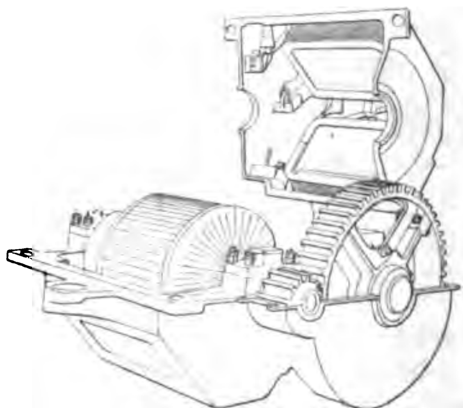


Fig. 31. — Moteur d'Œrlikon (Zentrale Zürichbergbahn), ouvert.

ment pour ces vitesses, et c'est ce qui a permis à la simple réduction d'être presque universellement adoptée.

L'intermédiaire, pour un rapport de réduction de cet ordre, peut être une chaîne Galle ou un engrenage. Si l'on emploie les chaînes Galle, comme l'ont fait surtout

MM. Siemens et Halske, il faut adopter un des types dits avec maillons pleins, afin d'augmenter les surfaces frottantes et d'éviter ainsi les cisaillements. Mais c'est l'engrenage ordinaire par roue et pignon qui est, de beaucoup, la solution la plus générale. Dans le système Sperry, c'est un engrenage d'angle : en général, c'est simplement un engrenage plan, comme ceux que les *fig.* 31 et 32 laissent voir à découvert, et dont l'emplacement est facile à reconnaître sur les *fig.* 33 à 44.

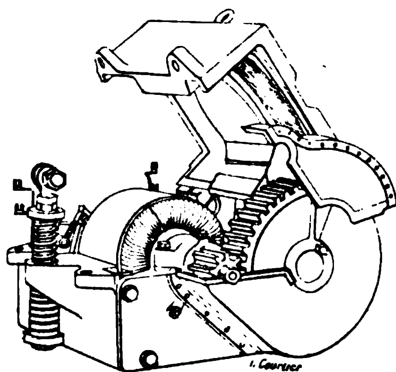


Fig. 32. — Moteur de la Cie de l'Industrie électrique, ouvert.

Après avoir essayé diverses matières pour la construction des dents : bois, fibre, cuir, etc., on s'en tient d'ordinaire à la fonte pour la roue, et à l'acier ou au bronze phosphoreux pour le pignon. Le système doit être baigné dans l'huile.

Suspension des moteurs. — Avec les engrenages d'angle de M. Sperry, le moteur peut être entièrement suspendu, et relié au truck entre les deux essieux qu'il actionne (*fig.* 24). Mais les moteurs agissant sur un seul essieu par un engrenage plan ne sont le plus souvent que demi-suspendus : la boite constituée pour l'ensemble du moteur est, à un bout, portée par l'essieu sur lequel elle s'appuie au moyen de coussinets ; elle est reliée au truck par son autre extrémité (*fig.* 30, Sprague ; *fig.* 31 à 38, Œrlikon, Cie de l'Industrie électrique, Thomson-Houston, Westinghouse, Card). Dans une disposition un peu différente de

l'appareillage Thomson-Houston, les points de liaison avec le truck sont pris sur les côtés de la boîte le plus près

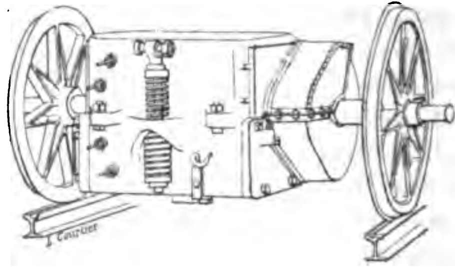


Fig. 33. — Moteur de la Cie de l'Industrie électrique, fermé et monté sur l'essieu.

possible de la verticale de son centre de gravité (*fig.* 39 à

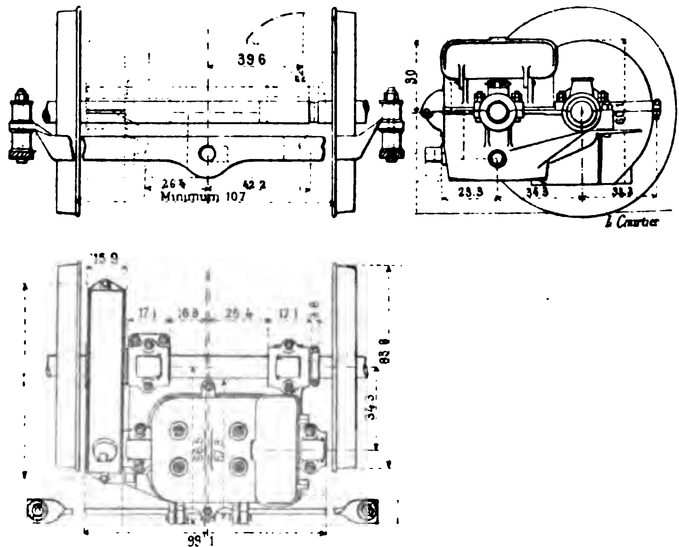


Fig. 34 à 36. — Moteur Thomson-Houston (*nose suspension*).

41) : cette variante s'est peu répandue. Outre que les points d'attache avec le truck participent de la suspension

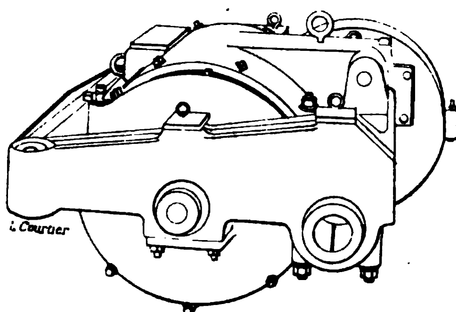


Fig. 37. — Moteur Westinghouse.

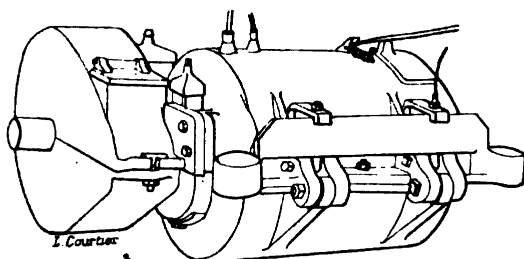


Fig. 38. — Moteur Card.

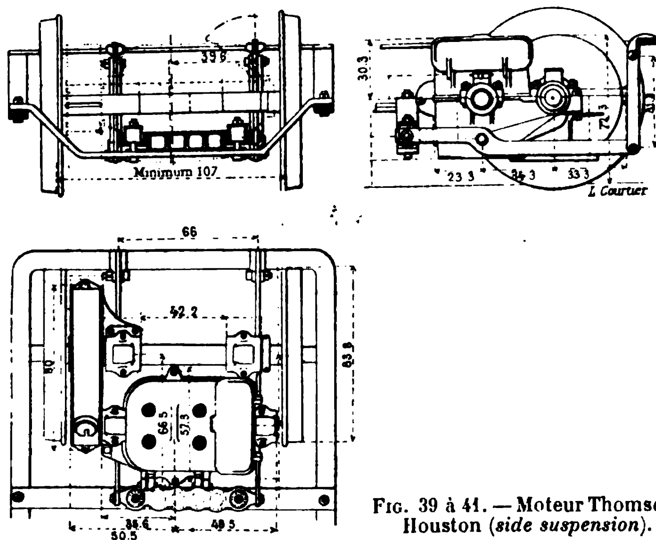


Fig. 39 à 41. — Moteur Thomson-Houston (*side suspension*).

de celui-ci, la liaison est faite par l'intermédiaire de tampons de caoutchouc ou de ressorts à boudin.

La Cie Walker a réussi à suspendre les moteurs par les deux bouts, comme la *fig.* 42 le fait comprendre: l'oreille de suspension A et sa symétrique A', invisible

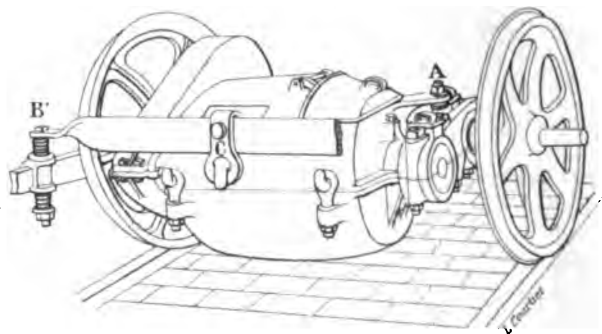


Fig. 42. — Moteur Walker.

sur le dessin, reposent sur l'essieu par l'intermédiaire de ressorts à boudin ; d'autre part, le crochet de suspension du moteur est relié élastiquement au truck par la barre de suspension BB', dont l'extrémité B est supposée enlevée pour la clarté du dessin.

Constitution des moteurs. — Les moteurs sont toujours alimentés sous une différence de potentiel constante, dont la valeur classique est de 500 à 550 volts. On se tient parfois au dessous: les tramways de Bordeaux ont adopté 300 volts. On ne saurait aller au dessus, au moins dans la traction par fil aérien sur la voie publique, par raison de sécurité. On a adopté le potentiel de 600 à 700 volts dans la traction électrique de Baltimore : mais le conducteur n'y est pas un simple fil; c'est un conducteur massif suspendu au-dessus de la voie dans des conditions exceptionnelles de solidité, et en même

temps suspendu assez haut pour être entièrement hors de l'atteinte des agents du chemin de fer. On trouve aussi 600 à 700 volts, mais toujours en dehors de la voie publique, sur les lignes de chemins de fer de Meckenbeuren-Tettnang et de Nantasket Beach.

Une excitation en dérivation, réglable à volonté. indépendamment du courant de l'induit, pourrait avoir des avantages en certains cas ; mais, en général, on fait usage de moteurs excités en série, afin d'avoir un couple naturellement énergique au démarrage, une mise en marche simple sans danger de brûler l'induit, un rapport toujours suffisant des ampères-tours inducteurs aux ampères-tours induits, enfin une construction robuste grâce à l'absence de fil fin. On a d'ailleurs soin de se ménager la possibilité de faire varier dans une certaine mesure l'excitation, en adjoignant à l'enroulement inducteur un shunt qu'on puisse ouvrir ou fermer. Le système Sprague va plus loin : il partage l'enroulement inducteur en trois parties qui peuvent être à volonté associées de diverses manières, en série ou en parallèle, shuntées ou mises hors circuit, comme nous le verrons en détail plus loin.

Le circuit magnétique, lorsqu'il s'agit de traction sur chemins de fer, peut être, suivant les circonstances, à deux pôles (*fig.* 19), à quatre pôles (*fig.* 20), ou à six pôles comme à Baltimore (*fig.* 26). Sur les tramways, comme à puissance égale le diamètre des induits varie sensiblement en raison inverse de leur vitesse angulaire, on a donné un champ bipolaire au moteur Sprague à double réduction de vitesse (*fig.* 30), un champ hexapolaire au moteur Short sans réduction (*fig.* 29), et dans la pratique actuelle on accorde la préférence au champ tétrapolaire, comme étant celui qui facilite le plus l'emploi de la réduction par engrenage simple. L'excitation peut être faite ou par 4 bobines, comme dans les moteurs Westinghouse, Walker, dans ceux d'Œrlikon (*fig.* 31), de Fives-Lille

(*fig.* 43, 44), ou par 2 bobines seulement, comme dans les moteurs de la General Electric C°, dans ceux de la Compagnie électrique de Genève (*fig.* 32), etc.

Fig. 43. — Moteur de Fives-Lille (coupe).

Les formes de circuit magnétique sont choisies de manière que la masse de métal doux fondu, qui forme les pièces polaires et leurs culasses, constitue la boîte même de la machine et environne l'armature, de manière que le moteur soit entièrement cuirassé. Pour la mise en place et la visite de l'armature, le plus simple est que cette boîte s'ouvre ou se divise en deux moitiés

Fig. 44. — Moteur de Fives-Lille (plan).

(*fig.* 31, 32). En outre, pour l'inspection courante du collecteur et l'accession aux balais, la demi-boîte supérieure doit porter un regard, muni d'un couvercle facile à ouvrir (*fig.* 45).

La pratique varie, pour l'induit, entre l'enroulement en anneau (*fig.* 31, 32) et celui en tambour. Les facilités de réfection partielle et l'absence de superposition de fil à des potentiels différents ont fait donner exclusivement la

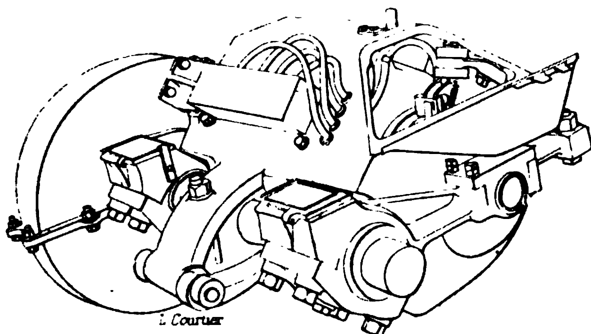


Fig. 45. — Moteur d'Œrlikon (Zentrale Zürichbergbahn), avec le regard du collecteur ouvert.

préférence à l'anneau, tant qu'on n'a pas su réaliser, pour les moteurs de cette espèce, des tambours dont les connexions terminales fussent bien séparées les unes des autres et dont les bobines élémentaires pussent être individuellement retirées et changées. Mais ces conditions peuvent être remplies par le type de tambour Eickemeyer, dont chaque bobine élémentaire, comprenant de une à quatre spires (en général trois ou quatre), présente la forme indiquée *fig.* 46. Cette forme lui est donnée lors de sa fabrication, et elle peut être ensuite mise en place sur l'armature ou retirée sans défaire l'ensemble de l'enroulement. La Cie Thomson-Houston construit toutes ses armatures sur ce type. Le noyau de fer doux est denté, et chaque rainure reçoit le petit côté

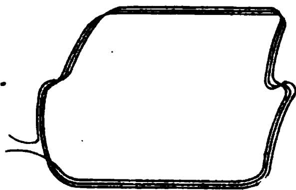


Fig. 46. — Bobine élémentaire d'un induit genre Eickemeyer.

longitudinal d'une bobine élémentaire et le long côté de la bobine symétrique, d'après le système de construction qui ressort clairement de la *fig.* 47. Les extrémités des bobines sont solidement maintenues par un serrage entre deux pièces coniques.

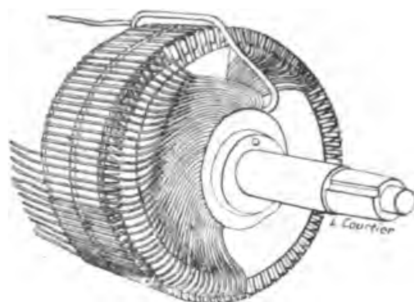


Fig. 47. — Construction d'un induit genre Eickemeyer.

Quand le champ est tétrapolaire, les sections de l'armature peuvent être associées soit en quantité, soit en série. Si elles sont associées en quantité, quatre lignes de balais sont nécessaires en principe pour recueillir le courant. Certains moteurs, comme le modèle Edison 1891, ont en effet reçu des balais sur quatre génératrices ; mais il est préférable que les touches au même potentiel soient reliées deux à deux par des connecteurs, de manière qu'on n'ait à employer que deux lignes de balais, qu'on place à 90° l'une de l'autre, à la partie supérieure du collecteur. Leur surveillance et leur entretien se trouvent ainsi grandement facilités. On obtient la même réduction du nombre de balais, en adoptant, au lieu du groupement des sections en parallèle, l'enroulement multipolaire en série. Le collecteur reçoit alors, comme on sait, des touches en nombre double de celui des bobines élémentaires, et connectées deux à deux.

Un moteur de tramway est appelé à fonctionner sous des charges extrêmement variables : c'est ainsi que sur le diagramme (*fig.* 48), qui traduit des expériences effectuées par M. Knox, de Chicago, on peut suivre la variation du courant pendant le démarrage d'une automobile, d'une part

quand le démarrage est effectué doucement (manœuvre du régulateur en 10 secondes), d'autre part quand il est brusque (régulateur manœuvré en 4 secondes) : dans le premier cas (courbe C), le maximum du courant est 60 ampères ; dans le

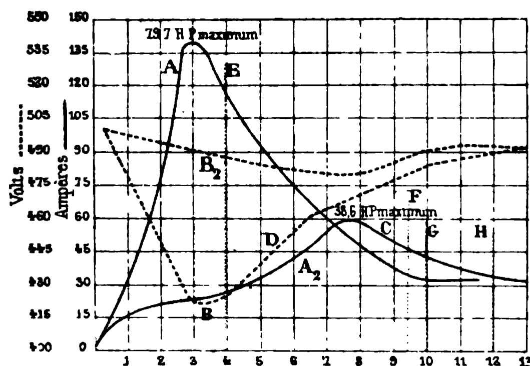


Fig. 48. — Expériences de M. Knox sur le démarrage d'une automobile de tramway.

second (courbe A), il s'élève à 140 ampères environ, alors que l'intensité n'est que d'une trentaine d'ampères quand le véhicule est en vitesse. Pour que, malgré de telles conditions, le moteur conserve un rendement convenable, il faut s'attacher tout particulièrement à réduire au minimum les pertes par hystérésis et par courants parasites, en formant le noyau d'armature d'un fer doux d'excellente qualité, laminé en tôles très minces, en mettant le cuivre de l'induit le plus possible à l'abri du flux magnétique dans des rainures bien profilées, et en donnant à l'entrefer une valeur judicieuse et absolument régulière.

On indique, pour valeurs normales de l'induction, 12.000 dans le noyau, 15.500 dans la culasse. Il est nécessaire d'employer un flux magnétique assez dense pour qu'il ne se produise pas d'étincelles aux balais placés sur la ligne neutre, car on ne peut songer à modifier la position

suivant le sens et l'intensité du courant, et par conséquent ils sont nécessairement fixés à demeure sans décalage. Ce sont, bien entendu, des balais de charbon. On se trouve bien de les cuivrer.

Comme le moteur doit pouvoir supporter sans avaries des surcharges temporaires d'au moins 50 p. 100, il est nécessaire que les isolements soient très soignés et les matériaux isolants aussi incombustibles que possible. Outre que le fil induit est soigneusement isolé, les rainures du noyau sont tapissées de lamelles de mica ou de micanite.

Enfin, il ne suffit pas que le moteur soit cuirassé contre les chocs par la forme de boîte close donnée à la culasse de son circuit magnétique ; il faut aussi qu'il soit *waterproof*. Pour assurer cette condition, malgré les pénétrations d'humidité qui pourraient avoir lieu à l'intérieur de la boite, il est bon que l'armature soit entièrement chemisée d'un revêtement imperméable en même temps qu'incombustible.

Fonctionnement des moteurs. — Considérons un véhicule pourvu de deux moteurs excités en série, que nous supposons d'abord groupés en série entre eux et avec un rhéostat. Soient 2R la résistance totale de l'ensemble, 2U la différence de potentiel constante appliquée à ses extrémités, E la force contre-électromotrice de chaque moteur, Φ le flux magnétique qui traverse son armature, dont N est le nombre utile de fils et n le nombre de tours par seconde ; on a :

$$E = nN\Phi, \qquad 2U = 2RI + 2E,$$

d'où :

$$n = \frac{U - RI}{N\Phi}$$

et comme $2\pi n \times \frac{\Gamma}{2\pi} = EI$, en appelant $\frac{\Gamma}{2\pi}$ le couple élec-

tromagnétique de chaque moteur,

$$\Gamma = NI\Phi.$$

Φ est une fonction de I, sensiblement proportionnelle à I pour les petites valeurs de I, sensiblement constante pour les très grandes.

Lorsqu'on applique aux bornes de ce système, d'abord immobile, la différence de potentiel 2U, le courant pénètre dans la machine sans brusquerie, grâce à la self-induction de cet ensemble, mais son intensité s'élève rapidement vers la valeur $\frac{U}{R}$. En même temps, Γ croît comme $I\Phi$. Il faut que R (qui comprend à ce moment toute la résistance du rhéostat) soit assez grand pour que les moteurs puissent au besoin supporter un courant d'intensité $\frac{U}{R}$ pendant quelques instants sans se brûler; on lui donne, d'autre part, une valeur convenable, en agissant, s'il y a lieu, sur le rhéostat, pour que Γ atteigne la valeur nécessaire au démarrage. Dès que cette condition est remplie, les induits se mettent à tourner, n croît à partir de zéro, la force contre-électromotrice se développe.

A mesure que n croît, I et Φ diminuent, et Γ avec eux. Bien que la nécessité d'un couple énergique soit réellement maximum au début, il ne convient pas que Γ tombe trop vite ; on l'en empêche par la manœuvre du rhéostat, qui diminue R, et par suite accroît n pour un même groupe de valeurs de I et de Φ.

Le rhéostat étant annulé, supposons qu'on ait encore à soutenir la valeur de Γ pour n croissant. On peut à cet effet shunter les inducteurs, de manière qu'il ne passe autour des électros qu'une fraction déterminée de I. On modifie ainsi la loi suivant laquelle Φ dépendait de I; pour une même valeur de I, Φ sera moindre. Donc, pour

que Γ conserve la même valeur, il faudra que I devienne plus intense. Or la valeur de n peut s'écrire :

$$n = \frac{I(U - RI)}{\Gamma}.$$

Imaginons pour un instant qu'en même temps qu'on a shunté les inducteurs, on ait réintroduit à l'aide du rhéostat une résistance additionnelle, de manière que R n'ait pas changé. En ce cas, Γ ayant été maintenu constant, I seul a varié dans le second membre, et pour qu'à cette variation de I, qui est un accroissement, corresponde un accroissement de n, il faut et il suffit que l'on ait :

$$I < \frac{U}{2R}, \qquad \text{ou} \qquad E > \frac{U}{2}.$$

En réalité, si l'on ne fait pas de manœuvre de rhéostat en même temps qu'on shunte les inducteurs, la valeur de R s'abaisse, ce qui contribue à l'accroissement de n, de sorte que la condition ci-dessus est suffisante, mais non nécessaire.

Au lieu de shunter les inducteurs, on aurait pu faire passer les moteurs du groupement en série au groupement en parallèle, auquel cas l'on a, en appelant I le courant dans chaque moteur, r la résistance de chaque moteur et r' la résistance du rhéostat commun,

$$E = nN\Phi, \qquad 2U = 2r'I + rI + E,$$

d'où :

$$n = \frac{2U - (2r' + r)I}{N\Phi} = \frac{I[2U - (2r' + r)I]}{\Gamma},$$

tandis que l'on avait :

$$n = \frac{I\left[U - \left(\frac{r'}{2} + r\right)I\right]}{\Gamma}$$

dans le cas du groupement en série.

Enfin, l'on peut employer les deux moyens, c'est-à-dire, après avoir groupé les moteurs en série, shunter les inducteurs.

Pour un quelconque de ces régimes de marche, les relations qui caractérisent le fonctionnement de chaque moteur sont toujours de la forme :

$$n = \frac{U - RI}{N\Phi}, \qquad \Gamma = NI\Phi,$$

Φ étant une fonction de I, croissante avec I. Il en résulte :

$$\frac{dn}{dI} = -\frac{1}{N\Phi}\left(R + \frac{U - RI}{\Phi}\frac{d\Phi}{dI}\right).$$

Pour qu'il y ait équilibre entre la puissance et la résistance, il faut que Γ ait à chaque instant une valeur appropriée aux circonstances de la traction. Si Γ est supérieur à cette valeur, l'automobile accroît sa vitesse et, n augmentant, I diminue. Par suite, Γ diminue, et l'équilibre s'établit.

Si cet équilibre ne correspond pas à la vitesse de marche voulue, si, par exemple, il correspond à une vitesse trop grande, le machiniste n'a qu'à augmenter R par le rhéostat, ou, s'il y a lieu, à ouvrir les shunts des inducteurs, ou à passer du groupement en parallèle au groupement en série, pour modifier le régime d'équilibre.

On dit que l'équilibre du moteur est très stable, lorsqu'à de grandes variations de Γ ou de I ne correspondent que de petites variations de n : parce qu'alors, sans intervention du machiniste, si la résistance à la traction vient à varier, l'équilibre se rétablit avec une faible modification de la vitesse. Pour les plus grandes valeurs de I et de Φ, $\frac{1}{N\Phi}$, $\frac{U - RI}{\Phi}$ sont relativement petits, et $\frac{d\Phi}{dI}$ est très ré-

duit parce que les électros sont fortement saturés ; l'équilibre est donc très stable ; tandis que, pour les faibles valeurs de Φ, $\frac{d\Phi}{dI}$, $\frac{1}{N\Phi}$, $\frac{U - RI}{\Phi}$ prennent des valeurs importantes ; le moteur n'a pas beaucoup de stabilité, et risquerait de s'emballer si le machiniste n'intervenait pas.

La puissance électrique du moteur est $EI = I\,(U - RI)$. Elle serait maximum pour $I = \frac{U}{2R}$ et aurait alors pour valeur $\frac{U^2}{4R}$; mais le rendement électrique $\frac{EI}{UI}$ ou $1 - \frac{RI}{U}$ ne serait égal en ce cas qu'à 0,5. Ce rendement tend vers 1 quand I tend vers zéro ; au contraire pour les valeurs de I comprises entre $\frac{U}{2R}$ et $\frac{U}{R}$, il tombe au-dessous de 0,5.

On a le plus grand intérêt à diminuer l'énergie dissipée aux petites vitesses par les rhéostats. Il est préférable, toutes les fois qu'on le peut, de modifier le régime de marche en shuntant les enroulements inducteurs (ou dans le système Sprague en modifiant leur groupement) plutôt que d'avoir recours aux résistances additionnelles ; d'autre part, on réduit considérablement l'emploi de ces résistances, sur les automobiles à deux moteurs, en changeant le groupement des moteurs eux-mêmes.

Exemples. — 1° *Moteur G. E.* 800. — On appelle ainsi un type de moteurs établi par la General Electric C°, suivant les dispositions des *fig.* 34 à 36, et capable d'un effort de 800 livres à la jante de roues de 30 pouces pour une vitesse de 10 milles, soit 360 kilogrammes à la jante de roues de 0,838 m pour 16 kilomètres à l'heure, ce qui correspond à 21,33 chevaux. Le moteur pèse 660 kilogrammes, y compris le pignon et la boîte d'engrenage ; la partie de ce poids qui porte directement sur l'essieu est 325 kilogrammes. L'excitation est en série, mais peut être shuntée de manière à réduire le champ

dans le rapport de 100 à 70. Les résistances sont :

	Ohm
Induit, à chaud..........	0,440
Inducteurs...............	0,805
Shunt, environ...........	1,800
Inducteurs shuntés.......	0,553

Les courbes de la *fig.* 1, Pl. VIII, donnent, soit dans le cas du champ total, soit dans celui du champ shunté, les efforts de traction fournis en fonction des intensités du courant et les vitesses de marche correspondantes. La *fig.* 2 de la même planche indique les rendements annoncés par le constructeur pour chaque cas. On voit, par exemple, qu'avec le champ total un courant de 30 ampères donne un effort de traction de 740 kilogrammes à une vitesse de 17,6 kilomètres par heure, tandis qu'avec le champ shunté cette dépense de courant correspond à un effort de 195 kilogrammes sous une vitesse de 22 km : h. Les rendements correspondants, indiqués par la *fig.* 2, sont 76,6 et 77,5.

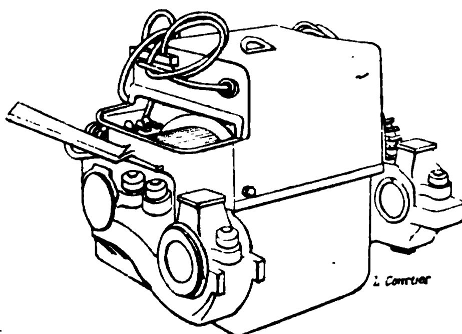


FIG. 49. — Moteur G. E. 2000.

La General Electric C° construit, sur le même type, des modèles plus puissants. La *fig.* 49 donne la vue du moteur G. E. 2000, employé à plusieurs grandes tractions

la disposition du commutateur, analogue à celle des régulateurs « série-parallèle » dont la description va suivre, se prête comme eux à l'adaptation d'un souffleur magnétique pour éteindre les étincelles de rupture. Le réglage réalisé au moyen de cet appareil sur les automobiles à un moteur des tramways de Zurich n'est pas seulement rhéostatique : il permet aussi d'affaiblir le champ en shuntant les inducteurs.



Fig. 52. — Régulateur pour un seul moteur (Œrlikon).

Lorsque la manœuvre du régulateur doit réaliser une plus grande variété de combinaisons comme groupements de circuits, ses dispositions deviennent naturellement plus complexes. Mais la manœuvre ne perd à peu près rien de sa simplicité, grâce à l'emploi du système de régulateur représenté *fig.* 1 et 2, Pl. IX, ou des systèmes analogues. On sépare, dans ces appareils, la manœuvre de régulation de la puissance et de la vitesse, d'avec celle de l'inversion de marche. Pour la régulation proprement dite, une série de touches à ressort T, R^1, R^2, R^3, ..., qui sont, ici, au nombre de 12, sont étagées en regard d'un cylindre connecteur sur lequel il suffit de disposer des bagues métalliques de longueurs convenables et convenablement reliées entre elles, pour faire correspondre telles connexions que l'on désire à chaque position du cylindre. Pour l'inversion de marche, un second cylindre connecteur est disposé, d'après le même principe, en regard de la série de touches F^2, AA^2... La boîte du régulateur porte extérieurement deux manivelles ou manettes, l'une sur laquelle le machiniste tient continuellement la main et qui est celle du cylindre connecteur correspondant à la régulation proprement dite, l'autre sur laquelle il n'a à agir que lorsqu'il y a lieu de renverser la marche, et qui est celle du commutateur-inverseur.

Les axes de ces deux commandes sont d'ailleurs enclen-

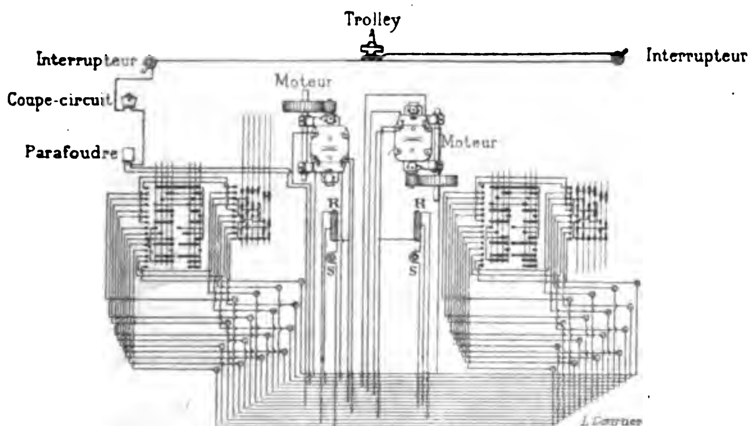


Fig. 53. — Schéma des connexions d'une voiture à deux moteurs et deux régulateurs de la Steel Motor C°.

chés entre eux de telle sorte qu'on ne puisse faire l'inversion qu'après avoir coupé le courant.

Quand l'automobile est munie à ses deux extrémités de plates-formes symétriques et circule indifféremment dans les deux sens, chacune des deux plates-formes terminales est pourvue d'un régulateur semblable. La manivelle principale est amovible et unique pour les deux appareils, en vue de prévenir les fausses manœuvres.

Les schémas complets de la Pl. IX, *fig.* 1 et 3, per-

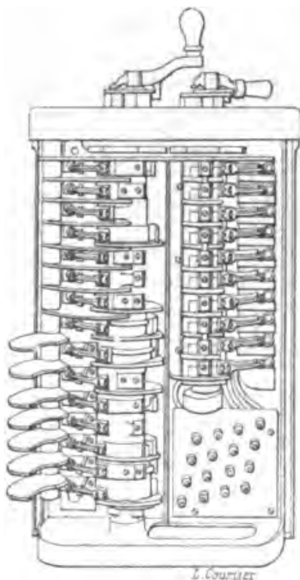


Fig. 54. — Régulateur C_3 de la Steel Motor C°.

mettent de suivre, mieux que ne ferait une description.

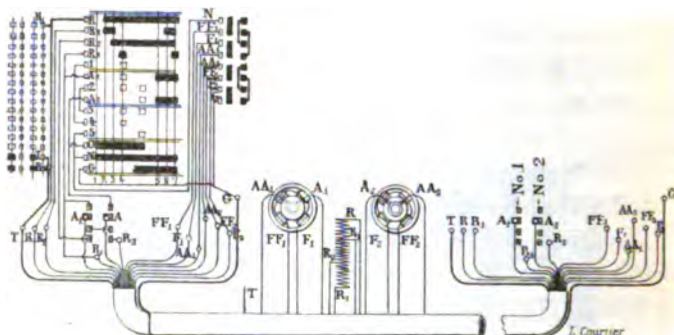


Fig. 55. — Schéma des connexions d'un régulateur Walker.

la suite de combinaisons réalisées par les positions successives du cylindre connecteur principal, ainsi que par la rotation du cylindre commutateur-inverseur. Ces dessins se rapportent au régulateur « série parallèle » type K, pour voiture à deux moteurs, de la Cie Thomson-Houston ; les combinaisons qu'il réalise sont celles dont nous avons supposé la succession dans les explications données ci-dessus sur le fonctionnement des moteurs.

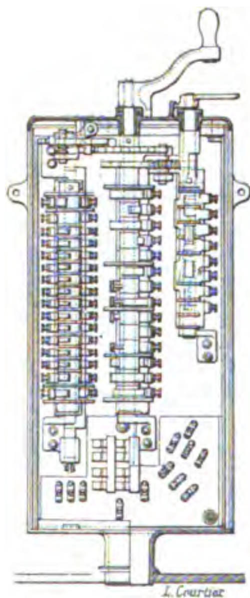


Fig. 56. — Régulateur Walker.

La vue de ce régulateur, à gauche de la planche (*fig.* 2) montre en SS l'une des bases de la bobine du souffleur magnétique adjoint à l'appareil. Ce souffleur est destiné à éteindre l'étincelle de rupture qui jaillit chaque fois qu'un des 12 contacts à ressort

T, R^1, R^2, ..., quitte la touche correspondante du cylindre connecteur. A cet effet, à partir de la charnière figurée

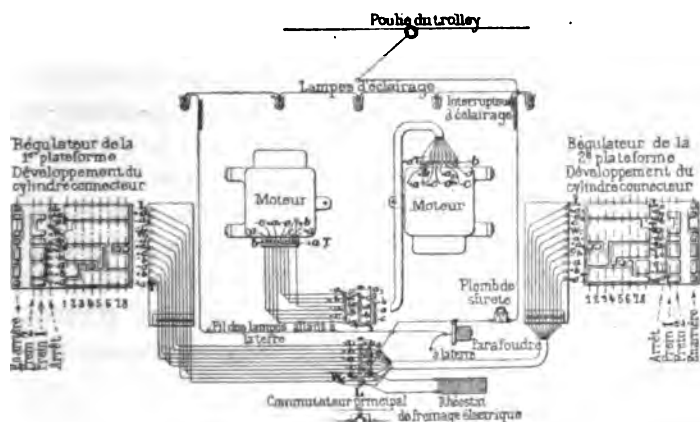


Fig. 57. — Schéma des connexions, appareils Sprague (Cie de Fives-Lille.)

en SS, le circuit magnétique que cette bobine aimante se

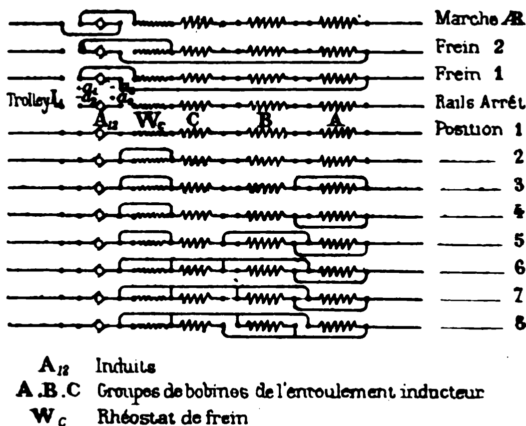


Fig. 58. — Connexions correspondant aux différentes touches de l'appareil Sprague.

continue par une pièce de fer qui revient en avant du cylindre connecteur et aboutit à proximité des touches, de

manière à produire un champ magnétique suffisamment intense aux points où les étincelles se produisent.

Des dispositions de ce genre sont naturellement susceptibles de nombreuses variantes, suivant les diverses séries de combinaisons qu'on se propose de réaliser. Les *fig.* 53 et 54 donnent le schéma des connexions, le développement des touches du régulateur et la vue générale de cet appareil, dans le système, pour voitures à deux moteurs, de la Steel Motor C° de Johnstown. Les *fig.* 55 et 56 indiquent la disposition et les connexions des régulateurs de la Cie Walker, et la *fig.* 57 celles du régulateur Sprague, qui convient aux moteurs *VNB* de la Cie de Fives-Lille, et qui réalise les combinaisons indiquées *fig.* 58.

Manœuvre du régulateur série parallèle ; économie de son emploi. — Pour que l'emploi du régulateur série-parallèle donne toute l'économie dont il est capable, il importe qu'il soit convenablement manœuvré. Nous avons déjà donné (*fig.* 48) le diagramme des expériences effectuées par M. Knox au sujet du démarrage. Les courbes AE et BD montrent comment varient le courant consommé par une automobile et la tension sur la ligne, lorsque le démarrage est effectué par une manœuvre brusque, le machiniste n'employant que 4 secondes à passer de la position d'arrêt à la position de pleine marche. La mise en parallèle des moteurs étant faite avant que la vitesse convenable pour ce mode de groupement soit atteinte, le courant s'élève jusqu'à 140 ampères, et comme conséquence le potentiel s'abaisse de 80 volts ; la mise en vitesse a lieu en 9,5 secondes, pendant lesquelles la voiture parcourt 26 mètres avec une dépense d'énergie de 307.000 joules. Quand, au contraire, le machiniste apporte à sa manœuvre une progression judicieuse en y mettant 10 secondes, ce qui lui permet de ne passer du couplage

en série au couplage en parallèle que lorsque la vitesse le comporte, les choses se passent comme l'indiquent les courbes A_2 et B_2 : le courant ne dépasse pas 60 ampères, ni la chute de potentiel 20 volts. La mise en vitesse prend 12 secondes, pendant lesquelles 46 mètres sont parcourus, avec une dépense d'énergie de 222.000 joules seulement.

A la condition d'être ainsi manœuvrés judicieusement, les régulateurs série-parallèle procurent des économies importantes par rapport à la simple régulation par rhéostats. Des expériences comparatives à ce sujet ont

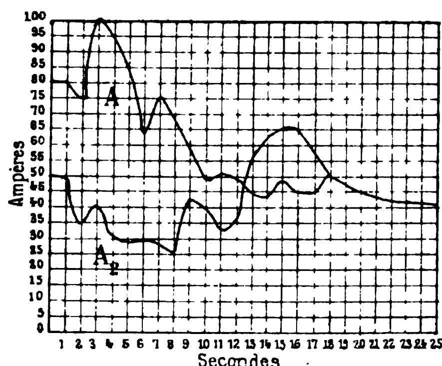


FIG. 59. — Expériences de M. Dierman sur le démarrage.

été faites par M. Dierman : leurs résultats sont indiqués par la *fig.* 59. La voiture expérimentée, du poids de 6,5 tonnes, était munie de deux moteurs G. E. 800. La courbe A donne la variation du courant au démarrage, avec le réglage par rhéostat ; la courbe A_2, qui est l'analogue de la courbe A_2 de la *fig.* 48, donne la variation du courant lorsqu'on emploie le régulateur série-parallèle. Les courbes se rejoignent au bout de 18 secondes, pendant lesquelles l'intensité moyenne du courant est 62,4 ampères

dans le premier cas, 42,9 seulement dans le second : les maxima sont respectivement 100 et 65 ampères.

M. J. Hale a comparé les consommations d'énergie d'une automobile de 8 tonnes, remorquant une voiture d'attelage et effectuant un même parcours, avec l'un, puis avec l'autre modes de régulation. Les moyennes de ses résultats d'essais ont été les suivantes, toutes choses sensiblement égales quant au nombre de voyageurs transportés, à la durée des parcours, au nombre des arrêts et au potentiel de ligne : avec le réglage par rhéostat, le courant a eu pour intensité moyenne 32 ampères et s'est élevé momentanément jusqu'à 120 ; l'énergie dépensée a été de 975 watts-heures par voiture-kilomètre ; avec le régulateur série-parallèle, la moyenne du courant a été 22 ampères, son maximum 85, et 678 watts-heures seulement par voiture-kilomètre ont été dépensés.

Appareils accessoires : parafoudres. — Sur la voiture, entre l'organe de prise de courant et les régulateurs, sont interposés un certain nombre d'appareils accessoires indispensables. Ce sont, par exemple : deux interrupteurs à main, placés chacun sur l'une des plates-formes terminales, un coupe-circuit fusible, ordinairement formé d'un fil de cuivre, calculé pour 150 ampères dans le cas de moteurs de 25 chevaux, et enfermé dans une boîte incombustible ; enfin un parafoudre.

Il importe que le fonctionnement du parafoudre ne puisse amener la formation d'un arc permanent ; car les dynamos de la station génératrice ayant leurs bornes négatives reliées à la voie de roulement, qui sert nécessairement de terre au parafoudre, cet arc met les dynamos en court circuit. Pour parer à cet inconvénient, on peut employer, par exemple, le parafoudre Elihu Thomson. Les deux lames triangulaires, dont l'une est en communication avec la ligne et l'autre avec la terre, sont

comprises à leur partie inférieure, où elles sont le plus voisines, entre les pôles d'un électro-aimant. On donne à cet électro-aimant, pour bobine excitatrice, l'enroulement de self-induction qui est intercalé dans le fil de ligne à la suite du parafoudre afin de faciliter le fonctionnement de celui-ci. Lorsqu'un arc se forme à la base des deux lames triangulaires, il est soufflé vers le haut par le champ de l'électro-aimant, et s'éteint aussitôt.

On peut encore employer le parafoudre dit *Ajax*. Cet appareil se compose de deux fils fins en laiton (*fig.* 60), légèrement isolés à la soie, ayant chacun 76 millimètres de longueur, et juxtaposés sur une longueur de 25 millimètres à l'intérieur d'un tube en verre. La distance qui sépare ces deux bouts de fil juxtaposés est d'un peu plus d'un vingtième de millimètre. L'un de ces deux fils est en communication avec la ligne, l'autre avec la terre ; s'ils fonctionnent comme parafoudre, ils sont aussitôt volatilisés. L'arc s'éteint donc ; mais l'appareil, tel que nous venons de le décrire, est mis hors service. Pour parer à ce dernier inconvénient, le système se compose en réalité (*fig.* 61) de 11 de ces parafoudres, placés chacun horizontalement et étagés les uns au-dessus des autres ; tous les bouts de fil, côté gauche, sont en communication permanente avec une même barre verticale, reliée à la terre ; tous les bouts de fil, côté droit, se terminent à

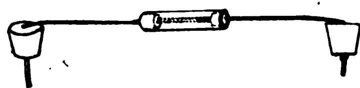


Fig. 60. — Parafoudre Ajax (détail d'un élément).

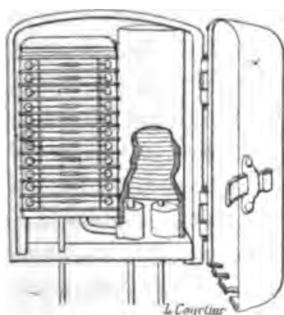


Fig. 61. — Parafoudre Ajax (ensemble).

l'intérieur d'une sorte de gouttière métallique, placée verticalement et reliée à la ligne. La gouttière et les fils qui se terminent à son intérieur ne se touchent pas; mais la gouttière et le plus élevé de ces fils sont mis en communication par une bille sphérique en charbon, qui repose sur le fil. Si une décharge atmosphérique fond ce dernier, la bille de charbon, cessant d'être soutenue, tombe sur le fil immédiatement inférieur et met, par suite, ce dernier en communication avec la gouttière, de sorte que le second parafoudre est prêt à fonctionner : et ainsi de suite. En série avec le système ainsi constitué, se trouve intercalé sur le conducteur du courant un enroulement d'une douzaine de spires, en vue de la self-induction nécessaire au bon fonctionnement du parafoudre.

§ 3. — *Systèmes divers. Emploi d'accumulateurs auxiliaires ; moteurs à courants polyphasés.*

Accumulateurs auxiliaires. — Bien que nous ne nous occupions pour le moment que de la traction par prise de courant aérienne, il importe de signaler, comme pouvant faire partie de l'équipement électrique d'une automobile, une batterie auxiliaire d'accumulateurs, destinée soit à régulariser la consommation de courant de la voiture, soit à franchir des sections spéciales de la ligne où le fil aérien est interrompu. Ce dernier cas est celui des tramways de Hanovre, où circulent des automobiles à 36 places, pourvues chacune

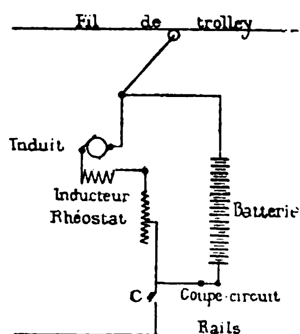


FIG. 62. — Équipement d'une voiture avec accumulateurs auxiliaires (tramways de Hanovre).

d'un moteur Siemens et Halske de 15 chevaux, et pesant 5,7 tonnes à vide sans accumulateurs. Le réseau comportant des parties où le fil de trolley n'existe pas, chaque automobile porte une batterie auxiliaire d'accumulateurs, installée d'après le système dont la *fig.* 62 donne le schéma. Ces accumulateurs étaient, ces temps derniers, des accumulateurs Tudor à charge rapide, à 5 plaques par élément ; chaque voiture portait 208 éléments, pesant ensemble 2,5 tonnes. Pour franchir une section dépourvue de ligne aérienne, il suffit d'abaisser la perche du trolley et d'ouvrir l'interrupteur C. L'automobile ainsi équipée peut parcourir, paraît-il, 6 kilomètres par les accumulateurs seuls.

Moteurs à courants polyphasés. — Enfin, tout ce qui précède suppose l'emploi de courants continus. C'est, en effet, jusqu'à ce jour, exclusivement par courants continus qu'on a effectué la traction électrique, à une seule exception près, celle du petit réseau de tramways de Lugano. Ce réseau comprend trois lignes partant de Lugano pour aboutir respectivement à Paradiso, Molino-Nuovo et Cassarate, et présentant un développement total de 5 kilomètres de longueur. Il est alimenté en courants triphasés à 400 volts par une station de transformation située à proximité du point central ; les trois conducteurs de ligne sont deux fils de trolley aériens, et les rails. Les voitures, au nombre de trois (une sur chaque branche du réseau), sont pourvues chacune d'un moteur triphasé C.-E.-L. Brown à 12 pôles, de la puissance de 20 chevaux. La vitesse voisine du synchronisme, à laquelle l'induit fermé sur lui-même tourne habituellement, est d'environ 400 tours par minute ; pour la réduire en cas de besoin, cet induit porte trois bagues, dont les frotteurs sont en relation avec un rhéostat extérieur suspendu sous le truck auprès de l'essieu non moteur. On peut ainsi insérer dans les

circuits induits telle résistance qui convient, et abaisser la vitesse de rotation d'une quantité quelconque au-dessous de celle du synchronisme. L'ensemble du moteur forme une boîte cuirassée, demi-suspendue, à la manière habituelle des moteurs à courant continu. Le rapport de réduction de l'engrenage est 4, et la vitesse normale, à laquelle la faible fréquentation des voies parcourues permet de laisser marcher presque continuellement la voiture, est en conséquence voisine de 15 kilomètres par heure.

Le machiniste a sous la main : 1° un commutateur inverseur à 3 positions, permettant soit de mettre les enroulements inducteurs hors circuit, soit de les relier à la ligne dans le sens voulu pour la marche AV ou la marche AR ; 2° un volant de manœuvre du rhéostat de l'induit, permettant de réduire la vitesse. Pour le démarrage, on met le rhéostat au maximum de résistance, on ferme les circuits de l'inducteur ; puis, on abaisse la résistance du rhéostat jusqu'à ce que la voiture démarre doucement, et l'on accélère progressivement sa vitesse, jusqu'à l'annulation du rhéostat pour le régime normal de pleine marche.

Appareils d'arrêt. Éclairage et chauffage des voitures. — Les appareils d'arrêt, freins et commandes des freins, sont de la plus haute importance pour la sécurité. Mais nous ne les mentionnons ici que pour mémoire, afin de traiter plus amplement la question dans un travail spécial.

L'éclairage électrique des voitures automotrices ne souffre pas de difficulté. Quant à leur chauffage au moyen de radiateurs rhéostatiques, il n'est sans doute pas économique, mais certaines Compagnies américaines l'ont adopté, estimant probablement que l'incontestable commodité de son emploi vaut la dépense.

§ 4. — *Organes de prise de courant.*

Sur les lignes à fil aérien, l'organe de prise de courant est généralement une roulette à gorge, en alliage conducteur (laiton ou bronze), pressant le fil de bas en haut. A l'origine, on donnait à la gorge un profil étroit qui ne laissait pas, dans les courbes, assez de liberté au trolley par rapport au fil ; on ne prenait pas assez de soins pour réduire à une valeur minime le frottement de la roulette sur son axe ; enfin, les joues latérales de cette roulette étaient extérieurement lisses, et il arrivait, lorsque l'usure était arrivée à couper toute l'épaisseur du métal d'une joue, que celle-ci se détachait ; le trolley ainsi amputé ne tenait plus le fil, et l'automobile tombait en détresse. Aujourd'hui, l'on sait mieux construire les roulettes : leur gorge (*fig.* 63 et 64) est large en même

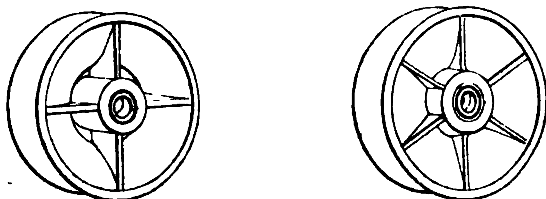


Fig. 63 et 64. — Types de trolleys (Thomson-Houston).

temps que profonde ; il est bon que leurs joues latérales portent extérieurement des nervures en forme de rais : de la sorte, si l'usure de la gorge arrive à percer le métal, c'est dans l'intervalle des nervures, et celles-ci maintiennent assez le fil conducteur pour qu'on puisse au moins rentrer au dépôt. On est averti de la solution de continuité du trolley par les étincelles.

Une certaine difficulté est relative au graissage du trolley : ce graissage se fait soit avec de l'huile contenue

dans la roulette, soit avec du métal antifriction ou de la plombagine ; mais l'huile a besoin d'être fréquemment renouvelée, et la plombagine s'use.

De la roulette, le courant passe à la fourchette terminale de la perche, en partie par l'axe qui est en acier trempé, en partie par deux ressorts latéraux en bronze phosphoreux qui contrebutent le moyeu à droite et à gauche. La Cie de Fives-Lille préfère assurer le contact par un frotteur spécial en charbon, de 16 millimètres de diamètre.

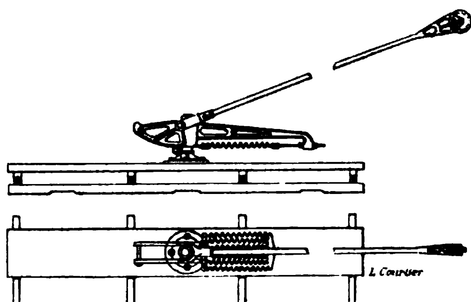


Fig. 65. — Installation de la perche de trolley sur la toiture d'une automobile.

La perche elle-même est un tube d'acier (*fig.* 65), un peu plus gros en bas qu'en haut, et mesurant environ 3,5 m de longueur. Ce tube doit être en métal de qualité supérieure afin d'être à la fois léger, robuste, et facile à redresser s'il se trouve accidentellement faussé.

La perche doit pouvoir s'élever et s'abaisser suivant les besoins, tout en exerçant de bas en haut sur le fil une pression convenable et aussi constante que possible. A cet effet, son extrémité inférieure est articulée autour d'un axe horizontal (*fig.* 65 à 67), et elle tend constamment à se redresser sous l'action de ressorts à boudin, qu'il est bon de faire agir sur des secteurs donnant à leur traction un bras de levier d'autant plus grand qu'ils sont moins tendus

(*fig*. 65, 67). La force exercée par le trolley contre le fil aérienne doit être ni trop petite, sans quoi le trolley quitte trop facilement le fil et les étincelles se multiplient, ni trop grande afin que sa mise en place soit facile et

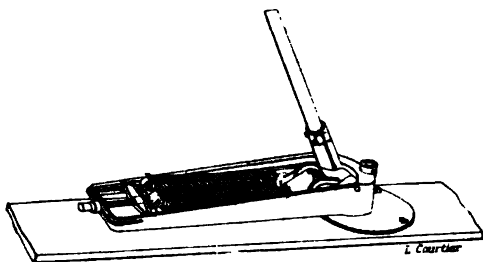


FIG. 66. — Base de perche de trolley.

son usure modérée. Des mesures de cette force ont été faites par M. Hering ; il a trouvé des valeurs variant de 4 à 15 kilogrammes, mais estime que la valeur la plus convenable est aux environs de 10 kilogrammes.

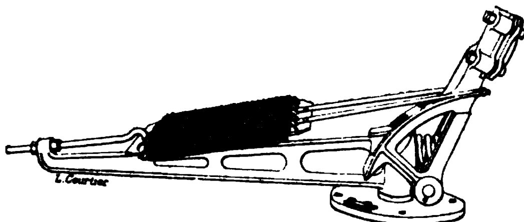


FIG. 67. — Base de perche de trolley.

L'ensemble de l'axe horizontal et des ressorts à boudin est porté par un cadre, libre lui-même de pivoter autour d'un axe vertical tout voisin du pied de la perche ; celle-ci se trouve ainsi articulée comme autour d'un joint à la Cardan. Il est bon que ce cadre soit de formes ramassées et ne fasse qu'une faible saillie au-dessus de la toiture de l'automobile, pour ne pas encombrer le gabarit.

Un inconvénient de ce système est que le fil aérien est obligé de suivre de très près l'axe de la voie ; s'il s'en écarte notablement, le plan vertical de la gorge de la roulette fait un angle trop accusé avec le plan vertical du fil (*fig.* 68), il y a coincement, et souvent le fil échappe au trolley. M. Dickinson est parvenu à constituer un système de trolleys et de perches qui permet, au contraire, à la prise de courant de se faire latéralement à la voie (*fig.* 69 à 71). Le trolley, comme le montre la *fig.* 70, est articulé à l'extrémité de la perche autour d'un axe vertical. Avec ce système, employé sur les tramways du South Staffordshire et sur ceux de Bristol, le fil aérien n'a pas besoin de suivre

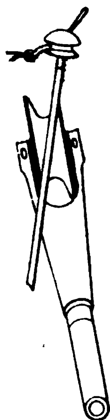


Fig. 68. — Trop grande obliquité de la perche par rapport au fil.

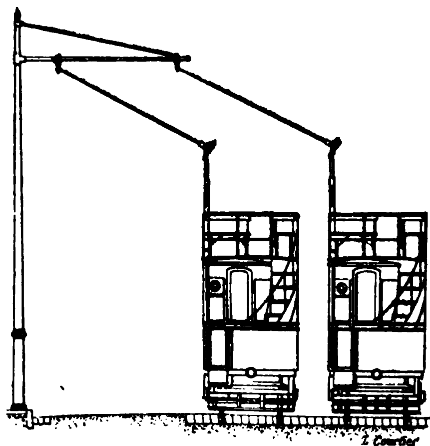


Fig. 69. — Tramway à double voie avec prise de courant latérale, système Dickinson.

les sinuosités de la voie : il peut s'en écarter de 4 mètres

à droite ou de 4 mètres à gauche. M. Dickinson dit qu'on peut même aller plus loin, et qu'il a expérimenté une

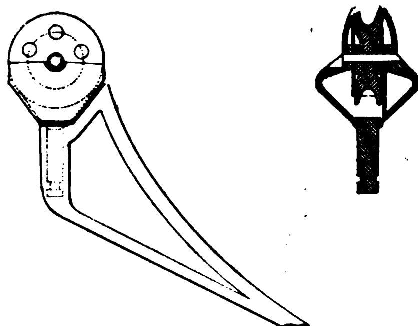


Fig. 70. — Détails du trolley Dickinson.

perche de trolley de plus de 6 mètres de longueur, permettant une latitude de 12 mètres dans l'emplacement du conducteur.

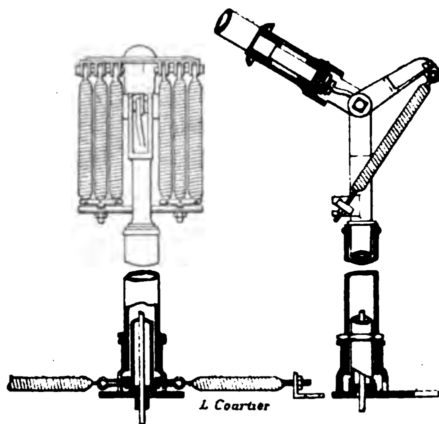


Fig. 71. — Détails de la base de perche de trolley, système Dickinson.

Avec la disposition ordinaire des perches l'emploi d'une roulette n'est pas indispensable : on peut se contenter

fig. 72 d'une pièce frottante ou « cuiller », sorte de pelle en bronze à double courbure, dont la face supérieure

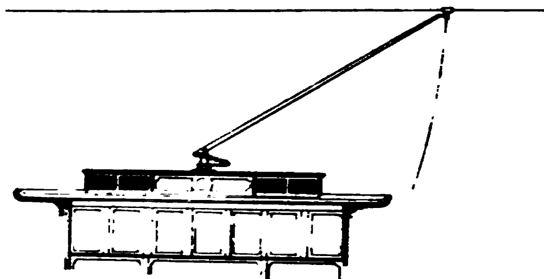


Fig. 72. — Prise de courant par pièce frottante.

est garnie d'un alliage mou pour ménager le conducteur.

La *fig.* 73 donne le profil du type employé au petit chemin de fer de Stans à Stansstadt. Cette cuiller n'est pas fixée à l'extrémité de la perche d'une manière rigide ; elle prend ainsi plus facilement le contact du fil. Certains constructeurs préfèrent ce système par raison de simplicité.

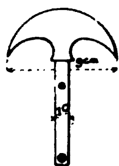


Fig. 73. — Détail d'une pièce frottante (ligne de Stans).

Le genre de contact glissant le plus intéressant, parce qu'il procure des facilités spéciales dans l'établissement du conducteur aérien, est l'*archet* employé par la maison Siemens. Ses dispositions générales sont indiquées *fig.* 74 à 76, et le détail de la construction de l'archet, conformément à deux dispositions récemment

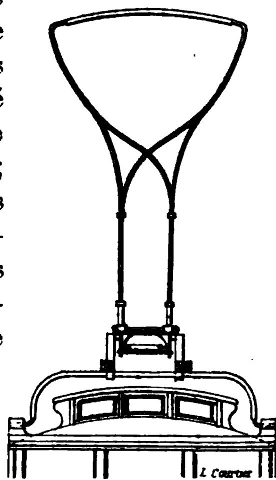
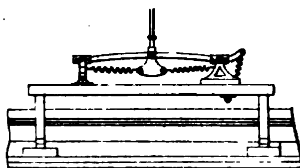


Fig. 74. — Archet Siemens (ensemble).

brevetées, est représenté par les *fig.* 77 et 78. L'emploi de l'aluminium assure une très grande légèreté, le métal tendre ménage le fil de ligne, et ces dispositions ne donnent plus lieu au bruit désagréable que faisaient les premiers archets.

Fig. 75. — Base de l'archet Siemens (élévation latérale).



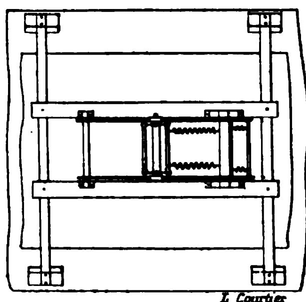


Fig. 76. — Base de l'archet Siemens (plan).

Dans ce système, en raison de l'étendue transversale de l'organe de contact, il n'est pas nécessaire que le conducteur aérien suive exactement l'axe de la voie. Bien au contraire, on s'attache, dans les alignements droits, à lui donner un tracé légèrement en zigzag, afin de répartir l'usure sur les différentes parties de l'archet. Dans les

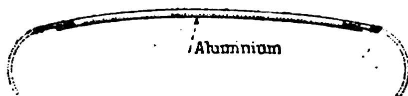


Fig. 77. — Détail d'un archet Siemens.

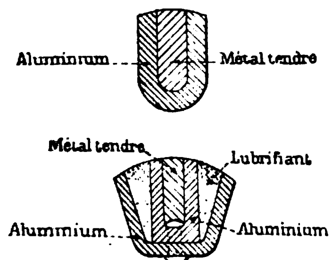


Fig. 78. — Dispositions diverses de la pièce frottante (archet Siemens).

courbes, aux bifurcations et en tous les points spéciaux de la ligne, la prise de courant ainsi faite permet de simplifier beaucoup le système des attaches, et évite la complication et l'aspect disgracieux des « toiles d'araignée »

qui sont quelquefois nécessaires, dans le système du trolley, pour faire suivre au fil aérien l'axe des voies.

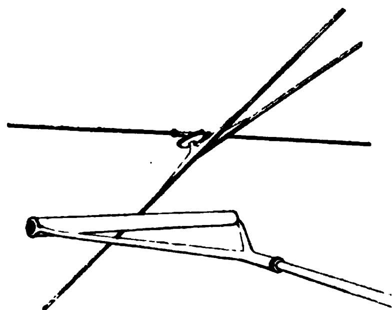


Fig. 79. — Rouleau Walker.

Pour éviter complètement les étincelles, on place souvent deux archets, l'un derrière l'autre, sur la toiture de l'automobile : on a ainsi toute chance pour que la prise de courant ne subisse jamais d'interruption.

La Cie Walker a combiné les principes de la roulette et de l'archet, en créant la prise de contact à rouleau (*fig.* 79). Le rouleau, d'une longueur suffisante pour ne jamais risquer d'échapper au fil, et pour lui laisser, comme l'archet Siemens, une certaine liberté d'emplacement, tourne sur billes, ainsi que le montre la *fig.* 80. Un contact frottant intérieur assure le passage du courant du rouleau à l'axe fixe.

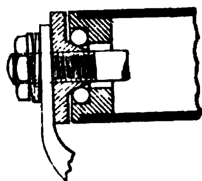


Fig. 80. — Coupe partielle du rouleau Walker.

Prise de courant sur conducteur rigide. — Ce qui précède s'applique à la prise de courant sur fil proprement dit. La prise de courant par le moyen d'une navette glissant à l'intérieur d'un tube fendu suspendu en l'air, système appliqué sur les premiers tramways électriques de la maison Siemens et conservé sur la ligne de Vevey-Montreux, n'aurait plus guère aujourd'hui qu'un intérêt historique, si une disposition similaire n'avait été adoptée dans des conditions toutes spéciales, à Baltimore. La *fig.* 81 indique la forme de la navette de contact et du losange articulé, qui

remplacent le trolley et sa perche sur la locomotive du Baltimore and Ohio Railroad.

Quant aux prises de courant sur les conducteurs pleins rigides, soit suspendus au-dessus de la voie comme au chemin de fer souterrain de Buda-Pest, soit installés à petite distance au-dessus du sol (rails de contact du City and South London Railway, des *elevated* de Liverpool et de Chicago, du chemin de fer du Salève, de l'embranchement

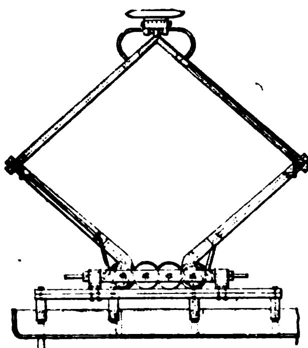


Fig. 81. — Prise de courant de la traction électrique de Baltimore.

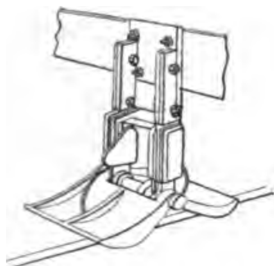


Fig. 82. — Sabot de prise de courant, sur l'*elevated* de Liverpool.

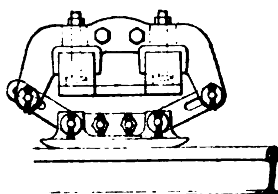


Fig. 83. — Sabot de prise de courant, sur l'*elevated* de Chicago.

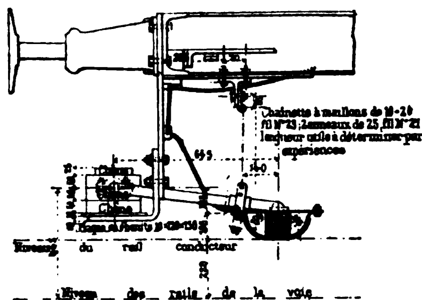


Fig. 84. — Sabot de prise de courant, sur l'embranchement de Montmartre à La Béraudière.

de Montmartre à La Béraudière, elles se font toujours par sabots frottants. Les *fig.* 82 à 84 suffisent à rendre compte des dispositions employées dans trois de ces cas.

CHAPITRE III.

Installations électriques fixes.

§ 1. — *Conducteur de prise de courant.*

Dispositions ordinaires du fil conducteur. — Toutes les fois que la ligne suit une voie publique ou sans clôtures, comme c'est le cas pour les exploitations urbaines et suburbaines, une prise de courant aérienne ne peut être faite que sur un conducteur suspendu à plusieurs mètres au-dessus du sol. Ce conducteur, tel que la pratique en a consacré les dispositions, est toujours établi à peu près suivant les mêmes données générales : ce sont celles qui lui assurent la plus grande conductance compatible avec les nécessités pratiques de la suspension aérienne et de la solidité. C'est un fil de cuivre dur (phosphoreux), rarement d'acier galvanisé : on a employé cette dernière matière dans des cas où l'on donnait le pas à la condition de grande solidité sur celle de conductance (Genève) : sa section varie de 40 à 60 millimètres carrés, ce qui fait, pour le diamètre, de 7 à 8,5 mm ; il est suspendu à 6 ou 7 mètres au-dessus du sol, cote à laquelle permet d'atteindre, dans les travaux de pose et d'entretien, l'emploi d'un chariot à échafaudage mobile (*fig.* 85) ; il est porté à des intervalles qui, en alignement droit, varient ordinairement de 30 à



FIG. 85. — Échafaudage pour la pose de la ligne aérienne.

50 mètres, par des pièces de suspension à griffes servant en même temps d'isolateurs.

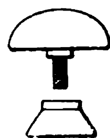


Fig. 86. — Pièces de matière isolante pour isolateur de fil aérien (*cap and cone*).

La *fig.* 86 montre, à titre d'exemple des dispositions de ce genre, la forme des pièces de matière isolante (*cap and cone*) employées dans les isolateurs à griffes de la Cie Thomson-Houston, dont les *fig.* 87 à 89 représentent deux modèles pour alignement droit. On voit (*fig.* 90) le détail de la forme que doivent affecter les griffes, aux deux extrémités de la pièce de suspension, afin de saisir solidement le fil conducteur et de laisser néanmoins sa surface inférieure libre pour le contact du trolley ou de l'archet. En vue de faciliter ce résultat, le fil de cuivre a reçu, sur l'embranchement de Nantasket Beach, la section représentée *fig.* 91.

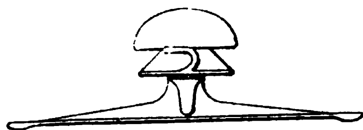
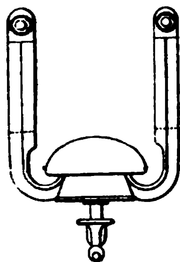


Fig. 87. — Isolateur à griffes, à suspendre par haubans (Thomson-Houston).



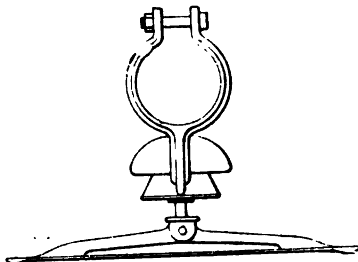


Fig. 88 et 89. — Isolateurs à griffes, à fixer sur un bras de potence (Thomson-Houston).

La tension du fil conducteur doit être soigneusement réglée. On a intérêt à la faire aussi grande que possible

pour régulariser la hauteur de la prise de courant, atté-

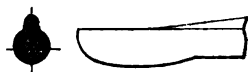


Fig. 90. — Détail d'une griffe d'isolateur.

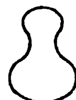


Fig. 91. — Section du fil aérien. ligne de Nantasket.

nuer les réactions du trolley ou de l'archet et les balancements du système aérien; mais la première de toutes les conditions est que la résistance du fil soit assurée, quelque contraction qu'il éprouve lors des abaissements de la température. Or soient (*fig.* 92) :

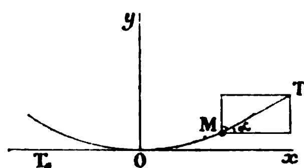


Fig. 92. — Chaînette.

T_0 et T, les tensions du fil en O et en un point quelconque M (x, y);

α, l'angle de T avec l'horizon ;

l, la longueur courbe OM ;

p, le poids du fil par unité de longueur.

La chaînette est définie pas les équations d'équilibre évidentes :

$$T \cos \alpha = T_0, \qquad T \sin \alpha = pl,$$

d'où l'on tire, en posant pour abréger $\frac{T_0}{p} = m$,

$$l = m \operatorname{tg} \alpha.$$

On a par suite :

$$dx = dl \cos \alpha = \frac{m\,dl}{\sqrt{m^2 + l^2}},$$

ce qui donne :

$$l = \frac{m}{2}\left(e^{\frac{x}{m}} - e^{-\frac{x}{m}}\right).$$

D'autre part :

$$dy = dx \operatorname{tg} \alpha = \frac{m}{2}\left(e^{\frac{x}{m}} - e^{-\frac{x}{m}}\right) d\,\frac{x}{m},$$

ce qui donne, l'origine des y étant en O,

$$y = \frac{m}{2}\left[\left(e^{\frac{x}{m}} + e^{-\frac{x}{m}}\right) - 2\right].$$

Enfin :

$$T = \frac{pl}{\sin \alpha} = p\sqrt{m^2 + l^2}.$$

Désignons par a la distance de deux points d'attache consécutifs : la flèche f est égale à la valeur de y pour $x = \frac{a}{2}$, d'où, en développant les exponentielles en séries,

$$f = \frac{a^2}{8m}\left(1 + \frac{1}{48}\frac{a^2}{m^2} + \ldots\right).$$

Pratiquement il suffit de prendre $\frac{a^2}{8m}$ pour valeur approchée de f. De même, il suffit de prendre mp, valeur de T_0, pour valeur approchée de $p\sqrt{m^2 + l^2}$ ou T, même aux extrémités du fil. L'effort tendant à rompre ce dernier est donc égal à $m\delta$ par centimètre carré, en appelant δ le poids spécifique du métal dont il est formé. Si R désigne la résistance à la rupture par centimètre carré de ce métal, et n le coefficient de sécurité, on a, par suite,

$$m\delta = \frac{R}{n}.$$

Supposons, par exemple, que le métal soit du cuivre dur pour lequel on ait $\lambda = 9$ et $R = 45 \times 10^5$ (45 kg : mm²).
Si l'on veut qu'à une température donnée le coefficient de sécurité soit égal à 6, on devra prendre :

$$m = \frac{5}{6} \times 10^5,$$

d'où, pour une ligne dont les poteaux seraient distants de 40 mètres ($a = 4.000$),

$$f = 24.$$

Ainsi, un fil de cuivre pour lequel $\delta = 9$, tendu à raison de $\frac{45}{6} = 7{,}5$ kg : mm², prend une flèche de 24 centimètres entre deux poteaux distants de 40 mètres. Cette conclusion est indépendante de la grosseur du fil : c'est évident *a priori*.

Mais les choses ne restent en cet état que si la température demeure constante. Si elle s'abaisse de $\theta°$, le fil, en se raccourcissant, se tend davatange, et le coefficient de sécurité, qui avait pour valeur n, prend une nouvelle valeur n', qu'il importe de déterminer. Soit α le coefficient de dilatation du métal. La longueur L du fil entre ses deux attaches était tout à l'heure égale au double de la valeur de l pour $x = \frac{a}{2}$, soit, en développant les exponentielles en séries,

$$L = a + \frac{1}{24}\frac{a^3}{m^2} + \dots$$

Cette longueur deviendrait, à tension constante, $L(1 - \alpha\theta)$ du fait de la variation de température ; mais, en même temps, la tension du fil passe de $\frac{T}{S}$ à $\frac{T'}{S}$, en appelant S sa section transversale qui ne varie pas sensiblement, et le fil subit de ce fait une dilatation égale à $\frac{T' - T}{ES}$, en désignant par E le module d'élasticité. Par suite, L devient :

$$L\left(1 - \alpha\theta + \frac{T' - T}{ES}\right)$$

et l'on a, en tenant compte de $m = \frac{T}{p}$,

$$\left(a + \frac{1}{24}\frac{a^3p^2}{T^2}\right)\left(1 - \alpha\theta + \frac{T' - T}{ES}\right) = a + \frac{1}{24}\frac{a^3p^2}{T'^2}$$

d'où :

$$\alpha\theta\left(1+\frac{a^2p^2}{24T^2}\right)=\frac{a^2p^2}{24}\left(\frac{1}{T^2}-\frac{1}{T'^2}\right)+\left(1+\frac{a^2p^2}{24T^2}\right)\frac{T'-T}{ES}$$

Mais $\frac{a^2p^2}{24T^2}$ est pratiquement négligeable devant l'unité, et l'on peut écrire :

$$\alpha\theta=\frac{a^2p^2}{24}\left(\frac{1}{T^2}-\frac{1}{T'^2}\right)+\frac{T'-T}{ES},$$

ou finalement, en remarquant que $p=\delta S$, $T=\frac{RS}{n}$. et $T'=\frac{RS}{n'}$,

$$\alpha\theta=\frac{1}{24}\frac{a^2\delta^2}{R^2}(n^2-n'^2)+\frac{R}{E}\left(\frac{1}{n'}-\frac{1}{n}\right).$$

Soient, par exemple,

$\delta=9,\quad R=45\times10^5,\quad E=13000\times10^5,\quad \alpha=0{,}000018,$

la formule devient :

$$\theta=0{,}0000926\times\left(\frac{a}{100}\right)^2(n^2-n'^2)+192\times\left(\frac{1}{n'}-\frac{1}{n}\right),$$

ou, si l'on particularise l'exemple en supposant $\frac{a}{100}=40$ m,

$$\theta=0{,}148\times(n^2-n'^2)+192\times\left(\frac{1}{n'}-\frac{1}{n}\right).$$

En faisant $n=6$, $n'=5$, on tire de là $\theta=8°$. Ainsi il suffisait d'un abaissement de température de 8° pour faire passer de 6 à 5 le coefficient de sécurité. Si l'on veut que ce coefficient ne descende pas au-dessous de 6, et si la pose de la ligne est faite à une température supérieure de 32° aux températures les plus basses à prévoir, il est nécessaire de faire, lors de la pose, $n=12$, car c'est pour

$n = 12$ et $n' = 6$ que la formule précédente donne $\theta = 32$. La valeur $n = 12$ correspond, dans notre exemple, à une tension de 3,75 kilogrammes par millimètre carré et à une flèche de 48 centimètres.

Enfin, il est important de remarquer que tout ce qui précède ne tient encore compte ni de l'action du vent, ni du poids éventuel du givre.

Suspension des attaches du fil conducteur. — Les isolateurs à griffes sont à leur tour portés au-dessus de la voie soit par des câbles tendus transversalement à la ligne, soit par des potences métalliques ou, tout au moins, à bras métalliques.

Dans le premier mode de suspension, l'isolateur est pourvu d'oreilles latérales, comme le montre la *fig.* 87. On emploie pour haubans transversaux des câbles solides, quoique minces, constitués à cet effet de fils d'acier offrant une grande résistance à la rupture, 100 kg : mm² par exemple ; un câble d'environ 5 millimètres de diamètre pourra ainsi suffire dans certaines conditions moyennes ; mais il va sans dire que la section nécessaire doit être soigneusement calculée dans chaque cas, en s'imposant un large coefficient de sécurité. S'il s'agit d'une ligne urbaine suivant une rue étroite, les haubans sont attachés de part et d'autre à des consoles ou des rosaces ancrées dans les façades des maisons ; sinon, leurs extrémités sont attachées à des poteaux latéraux à la voie, qui doivent être constitués et assujettis dans le sol de manière à présenter une grande résistance à la traction transversale. Par exemple, dans l'établissement du tramway de Lyon à Oullins, où un fil conducteur de 8,25 mm de diamètre est suspendu à 6 mètres au-dessus de la voie, tous les 40 mètres, par des câbles transversaux de 4,6 mm de diamètre, la condition imposée aux poteaux, formés de tubes d'acier, a été qu'ils pussent supporter à leur extré-

mité supérieure un effort horizontal de 550 kilogrammes sans déflexion permanente, et un effort de 350 kilogrammes sans déflexion temporaire de plus de 14 millimètres (*).

Ces indications s'appliquent aux alignements droits. Encore faut-il ajouter que, de place en place, il y a lieu de substituer à la simple suspension transversale une suspension double en croix de Saint-André, afin de ne pas laisser au système trop de liberté de mouvement dans le sens longitudinal. Dans les courbes, les choses se compliquent, surtout si l'organe de prise de courant est un trolley proprement dit. Le fil conducteur ne peut en effet, dans ce cas, s'écarter que peu à droite ou à gauche de son tracé théorique, qui est, en plan, une courbe telle que la projection horizontale de la perche du trolley lui soit constamment tangente (**). Pour un simple tournant à angle droit on pourra

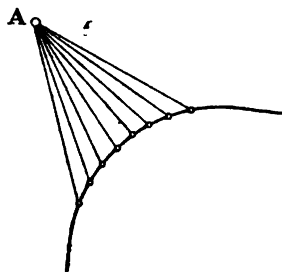
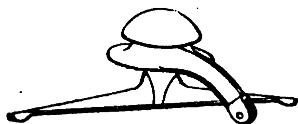


Fig. 93. — Attaches du fil de trolley dans un tournant à angle droit.

(*) Poteaux pour alignement droit. Ceux pour courbes sont d'un type renforcé.

(**) Supposons, avec M. S.-L. Foster, qu'on soit en courbe circulaire de rayon R; si D est l'empattement rigide de l'automobile, le pied du trolley, supposé fixé au centre de la voiture, se projette en plan à la distance $\sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}$ du centre de la courbe. La longueur de la tangente menée de ce point au cercle concentrique de rayon R' décrit par la projection du trolley doit avoir pour longueur $\sqrt{L^2 - H^2}$, en appelant L la longueur de la perche de trolley, et H la hauteur du fil conducteur au-dessus du toit de l'automobile. Les deux longueurs R' et $\sqrt{L^2 - H^2}$ formant les deux côtés d'un triangle rectangle dont $\sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4}}$ est l'hypoténuse, on a $R' = \sqrt{R^2 - \frac{D^2}{4} - L^2 + H^2}$. Avec $D = 2$ m, $L = 4$, $H = 2{,}6$, $R = 18{,}3$, on trouve $R - R' = 0{,}3$ m.

trouver jusqu'au système d'attaches de la *fig.* 93. Les isolateurs, tirés d'un seul côté, doivent être disposés d'une façon spéciale, afin de conserver l'ouverture de leurs griffes tournée vers le bas, c'est-à-dire l'axe de leurs pièces isolantes verticales, malgré la dyssymétrie d'action du hauban. La condition à cet effet, quand la traction exercée est presque horizontale, est à peu près que les points d'application de cette traction et de la réaction du fil de cuivre soient à la même hauteur, pour une position convenable de la pièce. De là, des formes spéciales d'oreilles, dont la *fig.* 94 fournit un exemple (Thomson-Houston). On peut aussi, dans les courbes, dédoubler le fil de cuivre en deux brins voisins, reliés transversalement de place en place par un poinçon rigide, et la question est alors de faire en sorte que ce poinçon soit vertical, ce qu'on réalise en dédoublant aussi l'extrémité du hauban en deux brins égaux attachés aux extrémités du poinçon (Siemens). Les poteaux ou autres pièces auxquelles sont fixés les haubans doivent avoir, en courbe, des résistances encore plus grandes qu'en alignement droit ; les résistances des haubans et du fil conducteur lui-même doivent être calculées en tenant compte des circonstances spéciales à chaque cas.


Fig. 94. — Isolateur pour courbe.

Lorsque le tracé des voies se complique et se multiplie, le système des suspensions transversales conduit à de véritables filets aériens. La *fig.* 95, relative à un point du réseau des tramways de Boston, est donnée par M. P. Dawson comme un exemple de solution simple eu égard à la complication des voies à desservir. Ce sont surtout les « toiles d'araignée » résultant de la multiplicité des haubans qui ont valu au système de la traction par trolley sa réputation de laideur. Un inconvénient plus grave

encore est que le grand nombre des fils tendus multiplie les chances de rupture, et donne, par conséquent, plus à craindre le danger d'une chute des conducteurs à 500 ou 550 volts sur les passants. Différents systèmes ont été

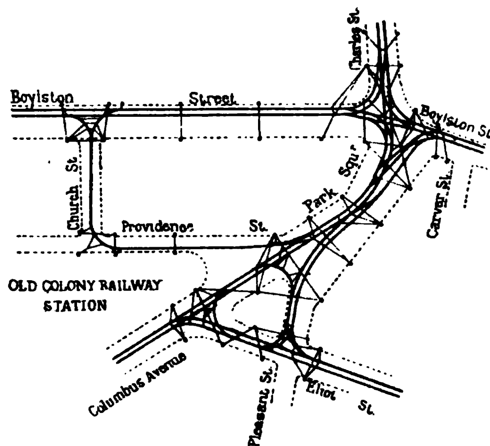


Fig. 95. — Exemple de suspension de fils de trolley par haubans (tramways de Boston).

inventés en Amérique, en vue d'isoler le conducteur dès qu'il cesse d'être tendu; mais il est difficile de dire si ces dispositifs de sûreté, pour utiles qu'ils puissent être, fonctionneraient au moment voulu.

Avec le système de suspension par potences, on n'a du moins d'autre rupture à craindre que celle du fil de cuivre lui-même. Dans ce cas, chaque isolateur à griffes est muni de colliers (*fig.* 88 et 89) par lesquels on le fixe sur le bras de potence. Pour que l'attache ne soit pas dépourvue de souplesse, ce qui donnerait lieu à des chocs trop rudes sur le trolley ou l'archet, la pièce à griffes est alors articulée comme la *fig.* 89 le fait voir, ou bien le bras de potence lui-même est construit de manière à offrir la souplesse voulue. Ces modes de construction se com-

binent avantageusement avec l'emploi de l'archet Siemens ou du rouleau Walker, qui n'exigent pas que le fil conducteur suive de près les sinuosités de la ligne. Il ne reste plus, pour que le système échappe le plus possible au re-

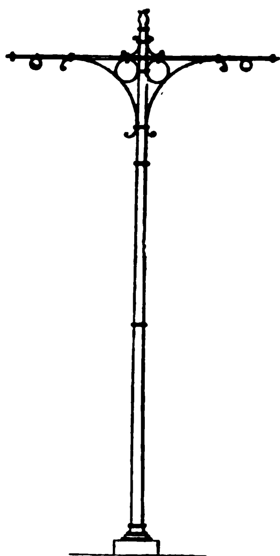


Fig. 96. — Poteau pour voie double (tramways de Milan).

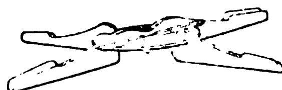


Fig. 97. — Pièce pour croisement de fil à angle droit (vue perspective).

proche de laideur, qu'à dessiner avec goût les potences ou po-



Fig. 98. — Pièce pour croisement de fil à angle droit (élévation).

teaux à consoles : la *fig.* 96 représente le modèle adopté sur les sections à double voie des tramways de Milan.

L'emploi de l'archet ou du rouleau comme organe de prise de contact offre encore un autre avantage. Aux

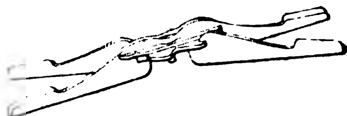


Fig. 99. — Pièce pour croisement oblique.

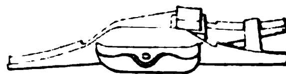


Fig. 100. — Pièce pour bifurcation.

points spéciaux de la voie, croisements ou bifurcations, des dispositifs spéciaux sont nécessaires pour que la gorge d'un trolley puisse suivre l'une ou l'autre des deux direc-

tions sans que ses flasques se heurtent à l'un des fils ni que la roulette perde le contact : les *fig.* 97 à 100 font comprendre les moyens employés à cet effet. Ces dispositions fonctionnent régulièrement, mais l'emploi d'un organe de contact lisse et étendu dans le sens transversal, qui peut sans difficulté toucher momentanément deux fils à la fois, est encore plus simple, comme la *fig.* 79, relative au rouleau Walker, le fait voir.

On ne se contente pas, pour la ligne aérienne, de l'isolement donné par les isolateurs à griffes ; ceux-ci sont isolés à leur tour, de telle sorte qu'au total l'isolement soit double ou mieux triple. Par exemple, dans le système des haubans, on intercalera, entre ceux-ci et les rosaces qui les relient aux maisons, des isolateurs en forme de boules

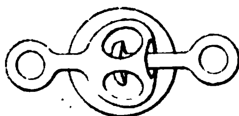


FIG. 101. — Isolateur en forme de sphère.



FIG. 102. — Isolateur en forme de cylindre.

ou de cylindres, tels que ceux dont les *fig.* 101 et 102 montrent les dispositions intérieures. Il peut être utile aussi de munir les haubans de moulinets à encliquetage, permettant d'en faire varier la tension. Nous n'insistons pas sur tout cet outillage, dont il a été facile aux constructeurs de faire varier les détails.

Distributeurs et feeders. — Comme on l'a vu, la section conductrice d'une ligne ainsi établie ne s'élève guère à plus de 50 millimètres carrés si la ligne est à une voie, 100 millimètres carrés si elle est à voie double. C'est, en général, loin de suffire pour conduire tout le courant nécessaire à l'exploitation du tramway, dès que le réseau a quelque étendue. D'une part en effet, pour le

bon fonctionnement des moteurs, il ne faut pas que la différence de potentiel appliquée à leurs bornes varie de plus de 10 p. 100 d'un point à un autre de la ligne; même en supposant que, le long des rails servant de conducteur de retour, il n'y ait pas de chutes de potentiel appréciable (nous verrons qu'il y en a de plusieurs volts), il en résulterait que la plus grande chute de potentiel admissible le long de la ligne aérienne serait de 50 volts, pour une tension de distribution de 500. D'autre part, la densité de courant dans le cuivre ne doit pas être forcée, sous peine de donner lieu à de très grandes pertes d'énergie par effet Joule, et, si l'on applique tant bien que mal à une distribution de ce genre la règle de Thomson relative à la section la plus avantageuse des conducteurs, on trouve une limite de l'intensité admissible dans les fils de prise de courant, qui peut être plus étroite encore que celle fournie par la considération de la chute de potentiel.

Deux moyens se présentent pour venir en aide à l'insuffisance du conducteur de prise de courant. L'un consiste à le doubler par un conducteur auxiliaire ou « distributeur », fil ou câble isolé, posé parallèlement à la ligne et relié de place en place au fil de prise de courant : on a ainsi le moyen de porter à telle valeur qui convient la section globale de la ligne. L'autre est l'emploi de feeders, partant de l'usine centrale et aboutissant en des points du réseau convenablement choisis. La chute de potentiel le long de ces feeders, si elle peut être rendue à peu près la même pour tous, peut en principe être quelconque, de telle sorte que dans ce cas l'on n'aura à se préoccuper dans leur calcul que de la règle de Thomson.

Dans ces conditions, et en admettant si l'on veut, pour simplifier les calculs, que le conducteur de retour constitué par les rails soit tout entier au même potentiel, le problème est entièrement analogue à celui d'une distribution en dérivation pour lumière, à cela près que les appa-

reils récepteurs sont mobiles et à consommation variable. On est obligé, à cet égard, de faire des hypothèses soit moyennes, soit extrêmes, sur la distribution des automobiles et leur consommation, et, ces hypothèses faites, on rentre dans le cas de l'étude d'une distribution en dérivation ordinaire, mais d'une distribution où l'on admettrait, entre les divers points de branchement des appareils récepteurs, des écarts de potentiel pouvant s'élever à un dixième de la tension totale.

Des dispositions particulières doivent être prises aux points de jonction de la partie souterraine de la canalisation avec la partie aérienne. La *fig.* 103 représente une disposition usitée au sommet d'un poteau où se fait l'aboutissement d'un feeder. On y trouve un coupe-circuit, pour isoler la ligne du feeder en cas d'accident, et un parafoudre qui est ici du même système que le parafoudre d'automobile décrit plus haut (type *Ajax*). On peut employer, bien entendu, d'autres systèmes de protection contre les décharges atmosphériques, par exemple le parafoudre Elihu Thomson à soufflage magnétique, etc.

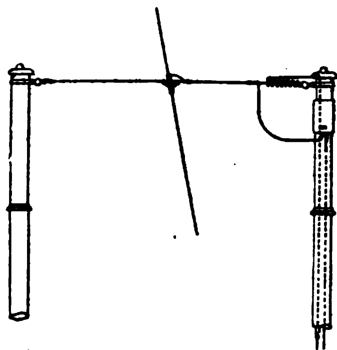
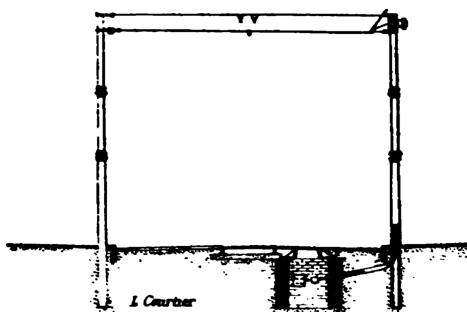


FIG. 103. — Jonction d'un feeder souterrain avec la ligne aérienne

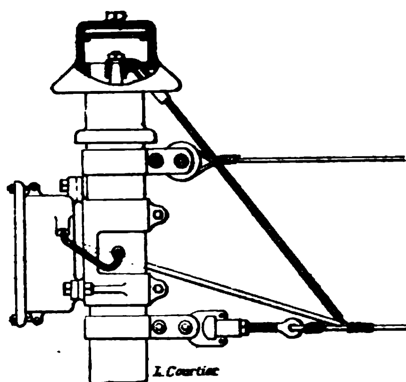
Les *fig.* 104 et 105 montrent des dispositions du même genre adoptées aux tramways de Philadelphie. On y voit de plus deux fils de garde disposés au-dessus du fil de trolley, pour empêcher la chute sur ce dernier des fils télégraphiques ou téléphoniques qui viendraient à se rompre.

Les réseaux très étendus des grandes villes américaines sont généralement divisés en sections isolées les unes des

autres, et alimentées par des feeders dont on laisse les services entièrement séparés, afin qu'un accident sur une


Fig. 104. — Ligne aérienne et feeders souterrains des tramways de Philadelphie.

des sections n'affecte pas les autres. Mais on se prive ainsi du secours mutuel que ces feeders se porteraient.


Fig. 105. — Détail d'un poteau à feeder (tramways de Philadelphie).

M. E.-P. Burch, à Minneapolis, s'est bien trouvé d'un moyen terme, consistant à relier les sections entre elles par des fils fusibles en cuivre de 2,6 mm de diamètre. Les feeders qui cheminaient parallèlement à partir de l'usine centrale, pour aller ensuite alimenter des sections différentes, ont été aussi connectés entre eux aux points où ils commencent à diverger. Tandis qu'avec les sections isolées le courant porté, par exemple, par le feeder n° 14 variait entre zéro et 220 ampères, les variations n'ont plus

été que de 20 à 80 ampères, à la faveur de ces connexions,

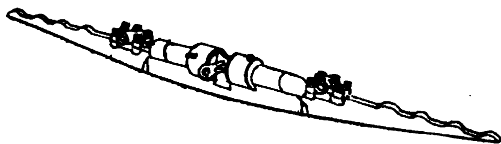


Fig. 106. — Isolateur pour extrémité de section (Albert et J. M. Anderson).

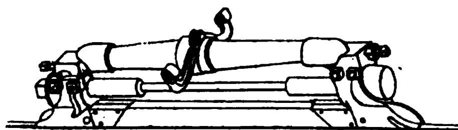


Fig. 107. — Isolateur pour extrémité de section (Thomson-Houston).

et M. Burch signale que cette amélioration de régime a été fort avantageuse à la régularité du service.

Prise de courant par conducteur rigide. — Lorsqu'on passe des tramways urbains ou suburbains aux chemins de fer sur plates-formes spéciales, le système de prise de courant aérienne n'est plus aussi nécessairement lié à l'emploi d'un conducteur élevé de 6 ou 7 mètres au-dessus du sol. La prise peut être faite sur une troisième file de rails, portée par des isolateurs à un niveau un peu supérieur à celui des rails de roulement, qui servent en même temps de conducteur de retour. Pour assurer la continuité électrique d'un pareil conducteur isolé, il est indispensable de connecter de l'un au suivant les rails qui le composent, de même d'ailleurs que l'on connecte, comme nous le dirons plus bas, les rails de la voie. C'est ce genre de solution qui a été adopté au City and South London Railway, où la prise de courant se fait sur un rail central; au chemin de fer du Salève, où le conducteur de prise est un rail renversé, porté latéralement à la voie de rou-

lement sur des consoles isolantes, comme l'indique la *fig*. 108. C'est aussi le système des ***elevated*** de Liverpool et de Chicago : l'examen des *fig*. 109 à 111 pour la première de ces lignes métropolitaines, des *fig*. 112 à 114 pour la seconde, fera comprendre mieux qu'une description les dispositions du rail de contact. La prise de courant a été organisée encore d'après le même principe sur la section électrique de l'embranchement de Montmartre à La Béraudière (*fig*. 115). On a déjà indiqué, plus haut, la disposition des pièces de contact qui servent à capter le courant sur des conducteurs de ce genre.

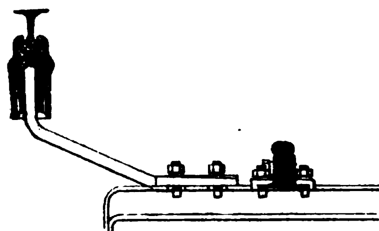


Fig. 108. — Rail isolé, chemin de fer du Salève.

Fig. 109. — Voie de l'*elevated* de Liverpool.

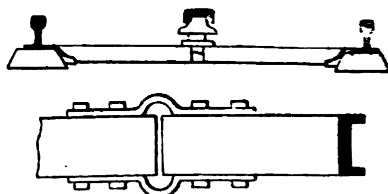


Fig. 110. — Connexions en cuivre assurant la continuité du conducteur.

Ces modes de construction, comportant un conducteur massif, se prêtent à l'emploi de courants intenses. Mais c'est évidemment un inconvénient, qui peut être grave, de

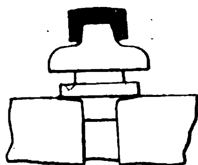


Fig. 111. — Détail du conducteur isolé (*elevated* de Liverpool).

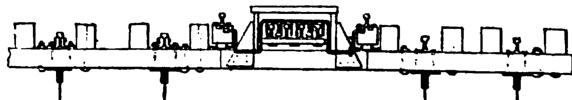


Fig. 112. — *Elevated* de Chicago : ensemble de la double voie.

placer le conducteur de prise de courant, dont le potentiel est élevé, à portée des agents qui ont à circuler ou à

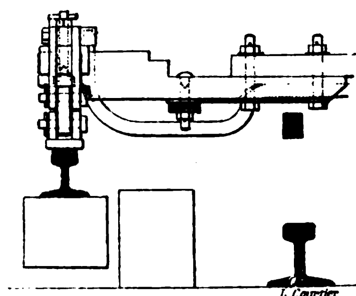


Fig. 113. — ***Elevated* de Chicago : coupe du rail isolé, avec vue en bout du sabot de contact.**

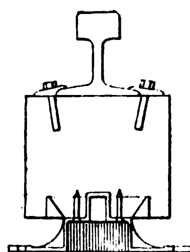


Fig. 114. — **Détail du rail de prise de courant et de son isolateur (*elevated* de Chicago).**

travailler sur la voie, et même, comme au Salève, presque à portée du public dans les gares.

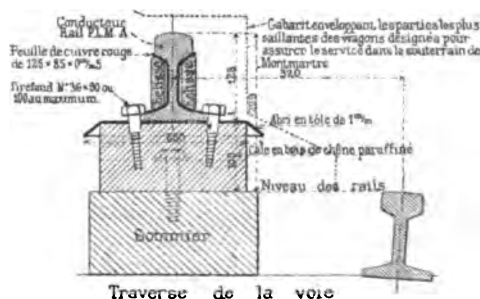


Fig. 115. — **Rail de prise de courant, embranchement de Montmartre à La Béraudière (réseau P.-L.-M.)**

Dans certains cas, il est facile, même pour un conducteur massif, de conserver l'installation au-dessus de la voie : c'est lorsqu'on est en souterrain : ainsi, au chemin de fer souterrain de la rue Andrassy, à Buda-Pest, le conducteur de prise de courant, placé au-dessus de chaque voie, est un fer isolé suspendu aux poutres du plafond.

Pour la puissante traction électrique des trains de marchandises dans la traversée de Baltimore, la difficulté était plus grande : la section de ligne exploitée électriquement, dont la longueur est 4.500 mètres, n'est en effet que pour moitié en souterrain. On a adopté le potentiel de 600 à 700 volts, et le conducteur de prise de courant a été, d'un bout à l'autre de la section, suspendu au-dessus de la voie, à 6 mètres environ de hauteur dans les deux parties en tunnel, à 7 mètres dans les parties au jour. Il s'agit cependant d'un conducteur de section considérable, le courant consommé par la locomotive étant normalement de 900 ampères et s'élevant au démarrage jusqu'à

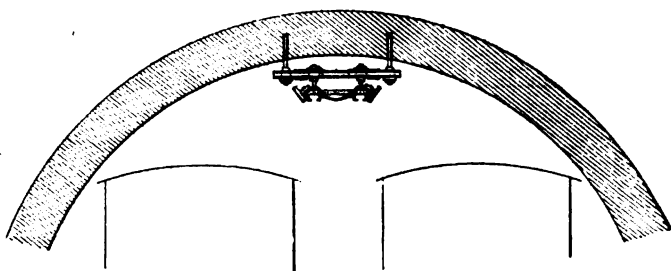


Fig. 116. — Coupe du tunnel de Baltimore.

2.000 ampères. Composé de deux fers **Z** de 75 millimètres de hauteur et 10 millimètres d'épaisseur, et d'une semelle large de 293 millimètres et épaisse de 6 millimètres, ce conducteur forme un tube rectangulaire fendu, dont le poids par mètre linéaire atteint 45 kilogrammes ; on a eu à suspendre au-dessus de la ligne deux conducteurs semblables, la voie étant double, plus des câbles conducteurs auxiliaires. Les *fig.* 116 et 117 montrent le mode d'installation en tunnel ; tous les 4,55 m une double

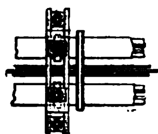


Fig. 117. — Plan des conducteurs et de leur suspension (tunnel de Baltimore).

traverse, comme celle représentée, est fixée à la voûte par l'intermédiaire de deux isolateurs tronconiques en porcelaine, et chacun des deux conducteurs est relié à cette traverse par l'intermédiaire d'un isolateur analogue. Hors des tunnels, le mode de suspension des conducteurs est celui représenté par les *fig.* 118 et 119 : en alignement droit, des jougs transversaux, tel que celui de la *fig.* 118, sont suspendus à 4,55 m les uns des autres, par l'intermédiaire de gros isolateurs tronconiques, à un polygone funiculaire en barres de fer dont les extrémités sont fixées, par l'intermédiaire de pièces isolantes, à deux portiques transversaux à la voie. Chaque polygone funiculaire supporte 9 jougs, de

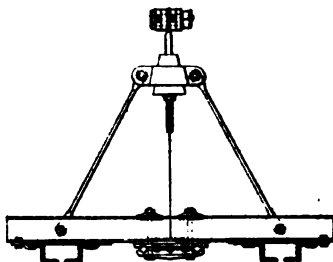


Fig. 118. — Baltimore, partie hors tunnel : suspension des conducteurs en alignement droit.

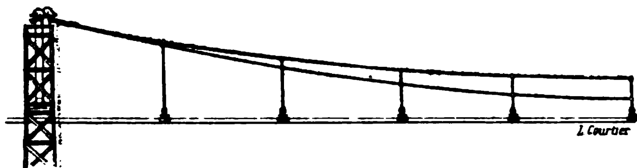


Fig. 119. — Baltimore, partie hors tunnel : disposition du polygone funiculaire dans une courbe.

sorte que l'espacement entre deux portiques consécutifs est 45,5 m. En courbe, la construction doit être un peu modifiée : le polygone funiculaire est double, comme l'indique la *fig.* 119, et chacun des jougs transversaux a ses extrémités reliées respectivement à ces deux polygones par des tiges de suspension verticales.

Application du fil aérien aux chemins de fer. — Il est difficile de dire si les constructeurs de cette superstructure remarquable, mais complexe, trouveront des imitateurs. Ce qui paraît se répandre davantage en Amérique, c'est l'application de la traction par fil aérien ordinaire, analogue à ce qui sert aux tramways, sur des lignes de chemin de fer courtes, où circulent dans la belle saison des trains fréquents et légers. C'est ainsi que la Cie du New-York, New-Haven and Hartford Railroad exploite électriquement l'embranchement de Nantasket Beach, la Cie du Pennsylvania Railroad celui de Burlington Mount Holly : ces embranchements ont, l'un 8, l'autre 13 kilomètres de longueur. Sur celui de Nantasket Beach, par exemple, les deux fils de prise de courant (le chemin de fer est à double voie d'un bout à l'autre) sont portés par une seule rangée de poteaux à double potence, plantés dans l'entre-voie et espacés de 27 mètres en alignement droit, de 18 à 21 mètres dans les courbes. Ce sont des poteaux de bois, à section rectangulaire de 30,5×35,6 cm à la base, 25,4 × 30,5 cm au sommet, assujettis dans le sol avec des précautions spéciales, et s'élevant à 7,3 m au-dessus de la voie. Chaque poteau est coiffé d'un chapeau métallique creusé de rainures pour le passage de cinq câbles conducteurs ; à 25 ou 30 centimètres au-dessous de son sommet, il porte une barre transversale en fer, formant potence double, et aux extrémités de laquelle sont suspendus les fils de prise de courant, écartés l'un de l'autre de 4,58 m. Les deux bras de la potence sont rattachés au chapeau métallique par des haubans obliques, qui forment à la fois tirants de soutien et conducteurs électriques. De cette manière, les cinq câbles conducteurs qui courent au sommet des poteaux et les deux fils de prise de courant se trouvent tous en communication électrique à chaque poteau, et le tout fonctionne comme une canalisation unique à forte section.

Les trains sont remorqués, sur cette ligne, par leurs fourgons à bagages : c'est le fourgon à bagages dont les trucks sont pourvus de moteurs électriques et qui fait office de locomotive. Il y en a deux types : l'un de 19 tonnes, porté sur deux bogies à deux essieux avec moteur électrique sur l'un des essieux de chaque bogie, l'autre de 26 tonnes, dont les quatre essieux sont moteurs. On indique 500 chevaux comme étant la puissance maximum de ce second type de véhicule tracteur.

§ 2. — *Retour du courant par les rails.*

Système à double trolley. — Il existe une ou deux installations de tramways aux États-Unis, notamment un réseau étendu à Cincinnati, où, en raison de litiges avec la Cie des Téléphones, on a établi une ligne aérienne double, comprenant un conducteur d'aller et un conducteur de retour du courant. Le circuit est donc entièrement isolé ; chaque automobile porte sur son toit deux perches de trolley. Cette solution entraîne des sujétions aux points spéciaux de la voie ; il y a nécessairement un passage du fil négatif au-dessus ou au-dessous du fil positif à chaque aiguillage de voie simple, deux à chaque croisement de voie simple, et la *fig.* 120 montre qu'un embranchement de voie double comporte quatre de ces passages. Il a fallu créer des pièces spéciales pour réaliser ces *crossings*, tout en tenant les fils isolés l'un de l'autre. Quoiqu'on soit obligé à Cincinnati, paraît-il, de manœuvrer de temps en temps les perches au moyen des cordes de rabattement pour faire prendre aux trolleys les contacts voulus, le système fonctionne bien.

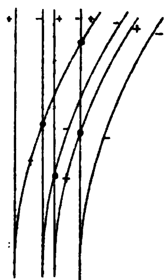


Fig. 120. — Système à double trolley.

Mais il complique singulièrement la « toile d'araignée ». La combinaison est restée exceptionnelle, et sur presque toutes les lignes à courant continu et à prise de courant aérienne, le retour du courant se fait par la masse des trucks et par les rails. Quant au tramway à courants alternatifs de Lugano, on y trouve le tout réuni : deux lignes aériennes, deux trolleys sur chaque automobile, et les rails formant le troisième conducteur du système triphasé.

Résistance du sol ; phénomènes d'électrolyse. — Il est bien reconnu maintenant qu'en principe on ne doit, à aucun degré, pour le retour du courant, compter sur le sol lui-même. La terre est un conducteur d'autant plus mauvais qu'elle est plus sèche, et dont la résistance entrainerait des pertes de volts inadmissibles pour l'économie de l'exploitation (*). De plus, le courant suit dans le sol les lignes de moindre résistance offertes par les objets métalliques qui s'y trouvent, tels que les conduites d'eau, de gaz, les revêtements des câbles téléphoniques, etc., et, si les points où le courant arrive sur ces objets ne sont le siège d'aucun phénomène chimique nuisible, il se produit, aux points où ils servent d'anode, des effets d'électrolyse désastreux.

Ces phénomènes sont naturellement fort complexes. Le courant se partage, entre les rails, les solides plus ou moins conducteurs et les électrolytes qui composent le sol,

(*) On a cité qu'à Williamsport (Pennsylvanie) les rails n'ont aucune connexion métallique avec les dynamos ; le point du réseau le plus proche de la station génératrice en est distant de 350 mètres. Tous les 9 mètres, dans l'intervalle des rails, on a une *terre*, reliée à droite et à gauche aux rails, et les rails ne sont que légèrement connectés entre eux. A Middletown (Pennsylvanie), il n'y a pas non plus de liaison métallique entre la station génératrice et les rails, dont le point le plus proche est distant d'environ 3 kilomètres. Ce sont là de rares exceptions, tenant évidemment à des circonstances locales particulièrement favorables : et puis, on ne dit pas ce qu'il en coûte.

suivant les lois des circuits dérivés, mais en tenant compte des forces électromotrices mises en jeu par l'électrolyse Pour qu'une fraction du courant passe d'un point A du rail à un point A' d'une canalisation voisine enfouie dans le sol humide, puis quitte cette canalisation en un point B' pour retourner au rail en B, la condition est que la différence de potentiel entre A et B soit suffisante pour compenser la somme des deux forces contre-électromotrices de polarisation entre A et A', B' et B, et la perte de charge due au passage du courant à travers les résistances ohmiques de la dérivation (*). En général, la production de ce courant dérivé exigera donc environ 4 ou 5 volts.

MM. I. Farnham et D. Jackson ont reconnu, il est vrai, que des surfaces métalliques, au contact de sable imbibé de solutions salines, s'attaquaient sans qu'il fût besoin de faire intervenir d'aussi notables différences de potentiel; mais l'électrolyse proprement dite ne paraî guère à craindre, sur des tuyaux d'eau ou de gaz enfouis dans le sol et distants d'au moins 50 centimètres des rails, si les écarts de potentiel le long de ceux-ci n'excèden pas 5 volts.

C'est le pôle négatif des génératrices qu'il est de règle de relier aux rails. De cette manière, si, malgré les précautions prises, il y a des dérivations dans le sol, les passages de courant des rails au sol et les arrivées de courant aux conducteurs enfouis dans la terre se font en des points quelconques du réseau, et notamment, à un instant donné, aux points où se trouvent à cet instant les automobiles, puisqu'il y a en ces points afflux de courant vers les rails et le sol; mais les points où les courants dérivés quittent, en les rongeant, les conducteurs enfouis

(*) M. POTIER, *Sur les précautions à prendre contre l'electrolyse dans l'établissement des voies de tramways* (*Bull. Soc. intern. Electr.*, mai 1896).

dans le sol, sont localisés dans un certain rayon au voisinage de la station génératrice. Si nous inversions les polarités, nous aurions l'inverse : dérivations des rails au sol, nuisibles seulement aux rails, au voisinage de la station génératrice, corrosion des canalisations d'eau, de gaz ou de téléphone en des points quelconques et variables et jusqu'aux extrémités du réseau. Ce que nous venons de dire du rôle joué par les automobiles, adducteurs de courant dans un cas, abducteurs dans l'autre, s'applique aussi, comme l'a fait remarquer M. A. Bochet, à un défaut éventuel d'isolation de la ligne aérienne, qui peut se produire en un point quelconque du réseau, et dont l'exploitant du tramway a intérêt à localiser dans un rayon restreint au voisinage de la station génératrice les effets de corrosion sur les conduites de la C[ie] des Eaux ou du Gaz ou de l'Administration téléphonique.

Ainsi, le sens général du courant étant établi avec le signe voulu, c'est dans un certain rayon au voisinage de la station génératrice que les actions électrolytiques sur les canalisations souterraines seront à redouter. On verra quel est ce rayon en étudiant par des mesures spéciales, comme l'a indiqué M. Farnham, les différences de potentiel entre les rails et les conduites souterraines voisines. Partout où celles-ci montreront un potentiel plus élevé que les rails, il conviendra de les relier métalliquement à la barre négative du tableau de distribution de l'usine. M. Starret a constitué à cet effet un matériel spécial : des colliers de fer qu'on pose sur les conduites à protéger, avec interposition d'une lame de plomb pour assurer le contact, et auxquels sont soudés des fils de cuivre pour la connexion.

Il faut bien se garder de rompre la continuité électrique des tuyaux souterrains menacés d'électrolyse, car aux points où cette continuité est rompue le courant file par la terre, et là où il quitte le tuyau la corrosion apparait.

Il faut, au contraire, rendre leur conductance aussi ininterrompue que possible; comme les tuyaux d'eau valent mieux sous ce rapport que les tuyaux de gaz, on recommande de relier ceux-ci à ceux-là.

Le bon effet de cet ensemble de mesures n'est pas seulement théorique : à Milwaukee, on a pu faire cesser, paraît-il, une corrosion très rapide des conduites d'eau.

Néanmoins ces mesures ne sont que des palliatifs. Elles ne dispensent, en aucun cas, de la condition de limiter normalement à un très petit nombre de volts, 5 volts par exemple, les écarts de potentiel entre les différents points de la voie, considérée comme constituant à elle seule le conducteur de retour. C'est de la réalisation de cette condition qu'il nous reste à parler.

Conductance de la voie. — 1° *Voie en rails soudés.* — Supposons la voie établie au moyen de rails du poids de p kilogrammes par mètre, en acier de densité δ. La section de chaque rail est $\frac{10p}{\delta}$ centimètres carrés. Admettons, comme première hypothèse, que les rails soient soudés bout à bout, sans aucune soudure défectueuse, et que les files de rails soient, en outre, reliées l'une à l'autre à intervalles assez rapprochés pour que le circuit de retour se répartisse également entre elles. Une telle ligne, si elle est à voie unique, a une résistance de $\frac{\rho\delta}{200p}$ ohms par kilomètre, ρ étant la résistivité de l'acier en microhms-centimètres. S'il s'agit d'une double voie, ce sera $\frac{\rho\delta}{400p}$. Avec $p = 40$, $\delta = 7{,}75$, $\rho = 14$, on a $\frac{\rho\delta}{400p} = 0{,}00678$ ohm.

2° *Voie en rails éclissés, avec contacts en amalgame plastique.* — Supposons maintenant que la voie, au lieu

d'être en rails parfaitement soudés, soit en rails éclissés. En général, il convient d'admettre que le contact des éclisses et des rails, qui a lieu entre surfaces inégales, plus ou moins oxydées et soumises à des trépidations, n'est d'aucun secours au point de vue de la conductance. Toutefois, M. Harold P. Bown a récemment proposé de rendre ce contact réellement conducteur, en interposant un amalgame plastique entre l'une des éclisses du joint et l'âme de chaque rail. On applique sur cette âme, dans l'intervalle compris entre les deux trous destinés à recevoir les boulons d'éclisses, un cadre en liège, ayant la forme d'une plaque rectangulaire percée en son centre d'un large trou rond; on remplit ce trou d'amalgame plastique; puis, les deux rails à connecter étant munis de semblables emplâtres, on applique l'éclisse par dessus, on met en place les autres pièces de l'éclissage et on serre les boulons. Le cadre en liège, qui avait une épaisseur notable (8 millimètres par exemple), se trouve comprimé, et le contact de l'amalgame et des surfaces métalliques est assuré sous forte pression. On a eu soin, au préalable, de limer et de polir parfaitement les surfaces métalliques sur lesquelles doit porter l'amalgame, et de leur faire subir une première amalgamation en les frottant avec un amalgame spécial. On compte que, dans ce système, la permanence des contacts ne sera pas compromise par les vibrations ni par les déplacements accidentels de l'éclisse par rapport aux rails, à cause de la consistance plastique de la matière conductrice intermédiaire.

On propose aussi d'autres moyens d'utiliser cette matière conductrice : ainsi l'on pratiquerait de chaque côté du joint, dans une partie où l'éclisse et le rail ont une surface de contact voisine de l'horizontale (à la base de l'éclisse par exemple), une cavité creusée de haut en bas, en partie dans l'éclisse, en partie dans le rail; on remplirait cette cavité d'amalgame plastique, puis on boucherait

l'ouverture du trou avec un tampon métallique. Ou bien l'on creuserait des cavités analogues de part et d'autre du joint, mais seulement dans les patins des deux rails; ces cavités seraient remplies d'amalgame, puis on y plongerait les deux branches d'une pièce de connexion en cuivre ayant la forme d'un U renversé, pièce plate qui se trouverait ensuite, lors de la pose de l'éclisse, comprise et serrée entre l'éclisse et les rails (*).

3° *Voie en rails éclissés, avec connexions en cuivre.* — Ces procédés sont récents. Actuellement, dans la grande majorité des cas, la continuité électrique de la voie est demandée exclusivement à des connexions spéciales en cuivre, reliant chaque extrémité de rail à l'extrémité contiguë du rail suivant. On comprend de mieux en mieux l'intérêt qui s'attache à donner à ces connexions la plus grande conductance possible. Il serait à désirer qu'elles eussent même conductance que le rail. Il faudrait à cet effet, tout d'abord, donner à la barre de connexion, ou à l'ensemble des deux barres dans le cas d'une connexion double, une section égale à $\frac{\rho' s}{\rho}$, s étant la section du rail, ρ et ρ' les résistivités de l'acier et du cuivre; si $\frac{\rho'}{\rho} = 8$, et s'il s'agit d'un rail offrant 5.130 millimètres carrés de section transversale (ce qui correspond au poids de 40 kg : m avec 7,8 pour densité de l'acier), la barre ou l'ensemble des deux barres devrait avoir 641 millimètres carrés de section ; ce qui exigerait une barre d'environ 3 centimètres de diamètre, ou deux barres de 2 centimètres. De plus, pour que le double passage du courant de l'acier au cuivre et du cuivre à l'acier ne soit accompagné d'aucune perte de charge, il faut que l'aire de contact entre les deux métaux

(*) V. la communication de M. A.-K. Baylor à l'*Institution of Electrical Engineers*, 8 avril 1897.

soit égale à 8 fois la section de la barre de cuivre, et encore ceci suppose-t-il que le contact soit parfait. Cette dernière condition n'étant jamais remplie, M. Parshall est d'avis de porter l'aire de contact à 20 fois la section de la tige de cuivre.

En pratique, on ne va pas aussi loin. Les barres de connexion sont recourbées à leurs extrémités, de manière à s'insérer, de chaque côté de la solution de continuité, dans un trou pratiqué généralement dans l'âme du rail, plus rarement dans le patin. Ce dernier système, qui réduit beaucoup la longueur des connexions, est celui de M. Holroyd Smith ; l'autre est le plus répandu, et comprend notamment les deux types de la connexion Johnston et de la connexion de Chicago.

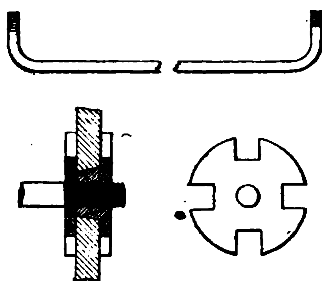


Fig. 121 à 123. — Connexion Johnston.

Dans le type Johnston (*fig.* 121 à 123), chacune des extrémités de la barre de cuivre est filetée, et reçoit un écrou et un contre-écrou qui serrent entre eux l'âme du rail. Le contact avec celui-ci vaut 12 fois la section de la barre, qui mesure ordinairement de 9 à 12 millimètres de diamètre. Avant de serrer les écrous, on polit au moyen d'un outil spécial les surfaces de contact.

Mais plusieurs estiment que la seule surface de contact sur laquelle il soit prudent de compter est la paroi cylindrique du trou percé dans le rail, lorsque la pièce de connexion est fortement serrée contre cette paroi. Le *Chicago bond* (*fig.* 124 à 129) répond particulièrement bien à ce programme. Dans ce type la barre de connexion, dont le diamètre varie de 8 à 12 millimètres ordinaire-

ment, se termine à chaque bout par un renflement de diamètre à peu près double, dans lequel est pratiqué, suivant l'axe, une cavité d'un diamètre égal à la moitié du diamètre extérieur du renflement lui-même. Ce dernier forme

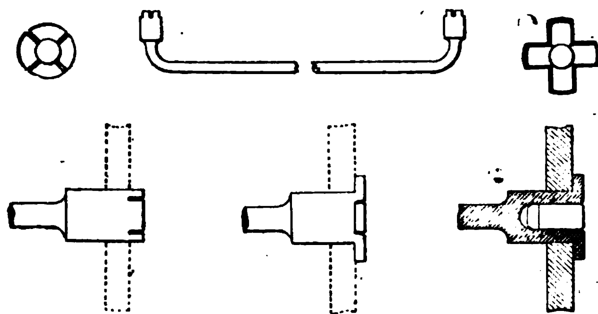


Fig. 124 à 129. — Connexion de Chicago.

ainsi un manchon, dont l'extrémité libre est entaillée de quatre encoches. Quand la pièce est en place, les quatre dents que ces encoches séparent sont rabattues sur l'âme du rail, de manière à produire un épaulement. Puis, le manchon reçoit un noyau de fer cylindroconique, dont le diamètre cylindrique est supérieur de 1,5 mm à celui de cette cavité, et que l'on force à coups de marteau, de manière à produire une expansion qui serre fortement le manchon contre le trou.

Si d est le diamètre de la barre de connexion, λd celui de son renflement terminal, e l'épaisseur de l'âme du rail, il faut, pour que l'aire de contact soit proportionnée à la section de la barre elle-même, que l'on ait :

$$\pi \lambda d e > \frac{\rho}{\rho'} \pi \frac{d^2}{4}$$

ou :

$$\lambda > \frac{1}{4} \frac{\rho}{\rho'} \frac{d}{e}.$$

Avec $d = 1$, $e = 1$, $\frac{\rho'}{\rho} = 8$, la condition est remplie par $\lambda = 2$, rapport employé dans la pratique.

Mais, si dans ces connexions les surfaces de contact sont convenablement proportionnées à la section transversale de la barre elle-même, celle-ci, dont le diamètre se tient d'ordinaire aux environs de 1 centimètre, ne suffit pas encore à assurer à la jonction une conductance égale à celle du rail. Si les connexions, de section transversale s' sur chaque file de rails, représentent une fraction ε de la longueur de la ligne, 1 kilomètre de voie double se compose de $100.000 \times (1 - \varepsilon)$ centimètres de conducteur d'acier, ayant pour section $4s$, et pour résistance :

$$\frac{\rho \times 10^{-6} \times 10^5 \times (1 - \varepsilon)}{4s} = \frac{\rho(1 - \varepsilon)}{40s},$$

et de 100.000ε centimètres de conducteur de cuivre, ayant pour section $4s'$, et pour résistance $\frac{\rho'\varepsilon}{40.s'}$.

Si s', au lieu d'être égal à $\frac{\rho' s}{\rho}$, n'en est qu'une fraction $\frac{1}{\alpha}$, la somme de ces deux quantités peut s'écrire :

$$\frac{\rho}{40\,s}\left[1 + \varepsilon(\alpha - 1)\right].$$

Telle est la résistance de la voie double, au lieu de $\frac{\rho}{40.s}$ qui correspondrait au cas de $\alpha = 1$.

Si, par exemple, la voie est en rails de 10 mètres de longueur, connectés par des barres de 75 centimètres, on a $\varepsilon = 0,075$; supposons des rails de 38 à 40 kg : m, offrant une section d'environ 50 centimètres carrés, et pour lesquels on ait $\rho = 14$: la formule devient :

$$0,007 \times [1 + 0,075 \times (\alpha - 1)].$$

Si chaque connexion de rail à rail comprend deux barres de 8 millimètres, pour lesquelles $\rho' = \frac{\rho}{8}$, on a : $\alpha = 6,25$; si les barres mesurent 12 centimètres de diamètre, $\alpha = 2,77$. La résistance de la voie double est alors 0,0098 ou 0,0079 ohm par kilomètre, suivant le cas, au lieu de 0,007 ohm qui en eût été la valeur, si les rails avaient été continus ou soudés entre eux d'une façon parfaite.

Supposons que la connexion soit faite de chaque rail au suivant par deux barres de 10 millimètres, cas auquel la résistance de notre double voie est 0,0078 ohm. La résistance des deux barres, avec $\rho' = 1,75$, est 83 microhms. La résistance de la même longueur de rail continu, avec $\rho = 14$, vaudrait 21 microhms. Chaque joint ainsi fait introduit donc une résistance supplémentaire de 62 microhms dans la file de rails.

Cette valeur, relativement assez élevée, tient à la grande longueur qu'on est obligé de donner aux barres de connexion pour passer par-dessus toute la longueur de l'éclisse. Si l'on pouvait réduire cette longueur de moitié, on aurait une conductance beaucoup meilleure en même temps qu'on dépenserait moitié moins de cuivre ; ou bien l'on pourrait, à conductance égale, réduire la section des barres de connexion presque à moitié, et par conséquent la dépense de cuivre presque au quart.

Si, dans l'exemple ci-dessus, on employait de rail à rail un seul *Chicago bond* de 8 millimètres de diamètre, on aurait $\alpha = 14$, et la résistance kilométrique de la double voie s'élèverait (en restant, bien entendu, dans notre hypothèse d'une conductibilité nulle par les éclisses et par la terre) à $0,007 \times 1,975$ près du double de celle de la voie en rails continus.

L'état des connexions ne joue pas un rôle moindre que les dispositions suivant lesquelles elles sont établies. M. Harold-P. Brown a mesuré, sur diverses lignes de

tramways, le courant passant par les rails, en déterminant la résistance d'une certaine longueur de rails et mesurant à l'aide d'un voltmètre sensible la différence de potentiel aux différents points. Il a trouvé un cas où chaque rail ne transmettait que 25 ampères au lieu de 700 à 1.000. Les connexions étaient en fil de cuivre ; on reconnut que leur contact avec le fer était recouvert d'un dépôt brun graisseux. Il passait de tels courants par les canalisations d'eau et de gaz que, si l'on séparait deux tronçons d'une de ces canalisations, il jaillissait un arc. Lorsqu'on eut remis en état les connexions, le courant des rails reprit sa valeur normale.

On se trouve bien, au moins quand la voie est établie sur des terrains particulièrement peu conducteurs, de disposer parallèlement aux rails un fil de cuivre qu'on leur relie en une série de points. Assurément on ne peut espérer ainsi augmenter beaucoup la conductance dans l'état normal des choses ; mais, s'il y a des joints défectueux, ce conducteur auxiliaire intervient pour aider le courant à les franchir.

Pour que les connexions ne se détériorent pas rapidement, il est nécessaire que la densité de courant y soit modérée. Les opinions diffèrent sur le maximum admissible. Tandis que M. Wilkinson le porte à 3 ampères par millimètre carré, M. Parshall indique 1,55, et M. W. Geipel trouve que des connexions aussi chargées se détériorent promptement et qu'on ne doit pas dépasser 0,78 ampère par millimètre carré. Pour une double voie, où chaque connexion comprendrait deux barres de 10 millimètres, ces chiffres correspondent respectivement à environ 2.000, 1.000 et 500 ampères de courant total. Des courants de retour de cet ordre de grandeur ne sont pas rares lorsqu'il s'agit de réseaux à exploitation intensive : on trouve jusqu'à 12.000, soit 3.000 ampères par rail, sur certaines lignes américaines.

4° *Voie en rails reliés par des manchons de fonte.* — Quelle est maintenant la valeur de la conductance des voies dont les rails ne sont ni soudés à proprement parler, ni éclissés, mais réunis par des manchons de fonte? Ces joints, comme on l'a fait remarquer, ne méritent guère le nom de soudures ; la fonte, coulée autour de l'acier froid, forme une gaine fortement serrée contre le rail, mais qui n'a avec lui qu'une adhérence problématique, souvent nulle. Il paraît que la tenue du joint est bonne et que le système, au point de vue mécanique, donne satisfaction. Au point de vue électrique, les opinions diffèrent, ce qui tient sans doute à ce que les résultats sont réellement très variables suivant la perfection et l'état des joints observés. Dans les expériences effectuées il y a trois ans, lors des essais du système, on avait trouvé que les joints manchonnés avaient une conductance supérieure aux rails eux-mêmes : tandis que 33 centimètres d'un rail de 28 kg : m offraient une résistance de 16 microhms, la même longueur de 33 centimètres comprenant deux abouts de rails assemblés par un manchon de 31 centimètres de longueur, et du poids de 41 kilogrammes, n'offrait plus que 14 microhms. Un résultat analogue a été trouvé récemment par M. Wyman sur la voie de Milwaukee, dont le mode de manchonnage a été indiqué au chapitre I. En y mesurant sur un seul rail la résistance d'une longueur de 40,64 cm ne comprenant pas de joints, M. Wyman trouve 10,21 microhms, tandis que, pour celle de 40,64 cm correspondant à un joint, il obtient 8,087 microhms seulement. Toutefois, on peut se demander si tous les joints de la ligne étaient aussi bons que celui-là ; car il est indiqué, d'autre part, que la voie simple, comprenant 2 files de rails ainsi connectés, offrait sur une longueur de 583,4 m, une résistance de 0,0072964 ohm, ce qui fait 0,013068 ohm par kilomètre de voie simple, et correspond pour un seul rail et une longueur de 0,4064 m à 10,62 microhms, chiffre supé-

rieur à celui de 10,21 trouvé pour le rail sans joint; autrement dit, la voie simple supposée formée de 2 rails continus, sur le pied de 10,21 microhms pour 0,4066 m de rail simple, aurait une résistance kilométrique de 0,012562, au lieu de la valeur 0,013068 trouvée pour la voie simple réelle comprenant les joints. L'écart, en tout cas, serait faible.

Mais, d'après d'autres expériences effectuées au laboratoire Edison, M. Tidman annonce des résultats extrêmement différents. La conductance du joint à l'état neuf, sur un rail de 30 kg : m, aurait été trouvée équivalente à celle d'un fil de cuivre de même longueur, mesurant 10 millimètres de diamètre seulement ; et celle d'un joint ayant séjourné dans le sol pendant deux mois, à un fil analogue de 8 millimètres de diamètre. Or des fils de cuivre de 40,64 cm de longueur et 10 ou 8 millimètres de diamètre offrent respectivement des résistances de 80 et 130 microhms environ.

M. Knox, des tramways de Chicago, doit être dans le vrai lorsqu'il indique qu'un grand nombre de ces joints sont très peu résistants, mais que d'autres ont une résistance assez considérable, et qu'il est nécessaire de les essayer individuellement à ce point de vue. En pratique, à Chicago, on n'a pas osé compter sur ces joints, et on leur a ajouté des connexions de cuivre, du type *Chicago bond*.

Il paraît que certains ingénieurs, préoccupés de laisser aux rails la liberté de se rétracter par le froid, empêchent de parti pris toute adhérence de la fonte avec l'acier, en revêtant les rails d'un enduit avant de couler les manchons. Il est clair que, dans ce cas, les connexions de cuivre doivent être établies comme sur une voie éclissée.

Dispositions du circuit de retour. — Considérons une ligne ou section de l kilomètres, d'une construction telle

que la résistance soit r ohms par kilomètre de voie double. Sur cette section circulent a automobiles par kilomètre de voie simple ; soit i le plus grand nombre moyen d'ampères à prévoir pour le courant par automobile. Cette valeur i n'est pas le maximum du courant d'une automobile isolée, parce qu'il n'arrive guère que beaucoup d'automobiles démarrent au même instant. A l'extrémité la plus voisine de l'usine génératrice ou du point de départ du feeder de retour, le courant sera de ial ampères par voie. En supposant que les automobiles soient réparties régulièrement sur chaque voie aux distances :

$$\frac{1}{a}, \quad \frac{2}{a}, \quad \frac{3}{a}, \quad \ldots,$$

kilomètres de cette extrémité, la chute de potentiel entre les deux bouts de la section sera, en volts,

$$u = \frac{2ri}{a}(1 + 2 + \ldots + la) = ril(la + 1).$$

En raison de cette variation parabolique de u en fonction de l, on se trouve limité d'une manière fort peu élastique, relativement à la longueur de ligne sur laquelle le retour par les rails seuls peut être assuré, ou que peut desservir un seul feeder de retour.

Supposons, par exemple, $r = 0{,}007$, $i = 20$, et admettons que sur chaque voie les automobiles se suivent à cinq minutes d'intervalle avec une vitesse commerciale de 12 kilomètres par heure, ce qui donne $a = 1$. La formule devient :

$$u = 0{,}14 \times l(l + 1).$$

Elle se traduit par la courbe *fig.* 130, et l'on voit qu'une même station génératrice ou un même feeder de retour ne peut desservir plus de 5,5 km. Si l'on allait seulement

à 8 kilometres, on aurait une différence de potentiel de 10 volts entre les deux extrémités.

Il résulte, tout d'abord, de cette limite étroite, qu'il n'y a pas de raison pour employer moins de feeders de retour partant des rails, que de feeders d'aller aboutissant à la ligne aérienne ou à l'ensemble de la ligne aérienne et de son distributeur auxiliaire. Les uns et les autres doivent porter le même nombre d'ampères. Cela étant, nous admettons dans ce qui suit, comme on le fait dans l'étude des canalisations pour lumière, que ces feeders d'aller et de retour sont en nombres égaux et se correspondent par paires, aboutissant aux points correspondants des deux conducteurs du réseau (*).

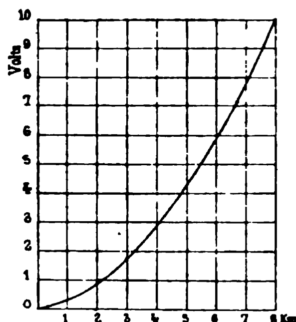


Fig. 130. — Chute de potentiel le long des rails d'une voie double en fonction de sa longueur.

Ici deux cas sont à distinguer, suivant la configuration générale de celui-ci et l'emplacement de la station génératrice. Il se peut qu'on ait affaire à une ou plusieurs lignes partant de la station génératrice, et s'en éloignant chacune dans une direction à peu près constante, de sorte que la distance de son extrémité à la station soit, en gros, proportionnelle à sa longueur. Ou bien, l'on peut avoir un réseau de lignes présentant un développement total considérable, mais dont les distances à la station génératrice soient néanmoins toujours à peu près du même ordre de grandeur. On peut qualifier la première disposition de *rayonnante*, et dire que, dans le second cas, le réseau est *à périmètre limité*.

(*) V. M. A. Blondel, *Distribution du courant de retour dans les tramways* (*Eclairage lectrique*, 18 juillet 1896).

Réseau rayonnant. — Dans le cas d'un réseau rayonnant, M. Potier a démontré qu'il ne faut pas espérer étendre chaque ligne à plus des 5,5 km calculés plus haut, et que, pour les lignes plus longues (en supposant, bien entendu, que la chute de potentiel le long des rails ne puisse être poussée au-delà des 5 volts), le meilleur moyen sera de multiplier les stations ou sous-stations génératrices. Si l'on voulait, en effet, porter le courant nécessaire depuis la station génératrice donnée jusqu'à une seconde section commençant au-delà de cette limite, par le moyen de feeders, il faudrait consentir à une dépense excessive soit en cuivre, soit en énergie.

Distribution à trois fils. — On peut toutefois, en principe du moins, doubler le rayon d'action d'une station génératrice en employant une distribution à trois fils. La *fig.* 3, Pl. VIII, donne le schéma d'une distribution de ce genre, appliquée à une ligne à deux voies. Les automobiles allant dans un sens sont branchées sur un des deux *ponts* de la distribution, celles qui vont en sens inverse sur l'autre. Si l'on avait affaire à une voie unique, on pourrait encore faire fonctionner le système en constituant la ligne aérienne de sections successives isolées, alternativement aux potentiels 500 et — 500 volts, comme l'indique le schéma de la *fig.* 4, Pl. VIII.

Même lorsqu'il s'agit d'une ligne à deux voies, M. L. Bell recommande de diviser ainsi chaque voie en sections successives de polarités alternées, afin qu'un arrêt de circulation se produisant sur l'une des voies ne détruise pas l'équilibre approximatif des charges des deux ponts.

Cet équilibre des ponts est évidemment la condition du succès du système. C'est sans doute parce qu'il était trop loin de se trouver réalisé que les essais d'exploitation à trois fils qui ont eu lieu à Milwaukee n'ont point réussi, paraît-il. Cependant le système a fonctionné avec succès depuis plusieurs années à Portland (Oregon). On dit s'être

bien trouvé des applications qui en ont été faites à Belleville (Illinois) et à Saint-Louis ; mais, somme toute, il semble que la difficulté d'équilibrer suffisamment les deux ponts soit un obstacle sérieux à la pratique de cette combinaison, théoriquement séduisante.

Emploi de sous-stations. — Dire qu'il faut multiplier les stations génératrices n'implique pas, bien entendu, que ces stations doivent nécessairement être toutes des centres *primaires* de production d'électricité. En certains cas, au lieu d'avoir, par exemple, trois stations génératrices échelonnées le long d'une ligne, et pourvues toutes trois de machines à vapeur ou de turbines, on trouvera avantage à créer seulement une seule usine primaire, et à transmettre de là, sous forme électrique, l'énergie aux deux autres points de distribution du courant. Seulement, pour éviter les inconvénients qui nous faisaient tout à l'heure rejeter l'emploi des feeders dans le cas d'un réseau rayonnant, ce transport d'énergie ne se fera pas sous un potentiel tel qu'on n'ait plus que 500 ou 550 volts au bout de la ligne de transport; ce sera un transport d'énergie à haut potentiel, et à chacune des sous-stations un transformateur rotatif convertira l'énergie, qui aura de la sorte été économiquement transportée, en un courant continu à 500 volts pour le service de la traction.

La *fig.* 5, Pl. VIII, donne le schéma d'une installation de ce genre, où le transport d'énergie entre l'usine génératrice primaire et deux sous-stations a lieu au moyen de courants polyphasés. L'exemple est tiré des tramways de Dublin : la longueur de la ligne d'Addington Road à Dalkey est de 13 à 14 kilomètres ; son tracé est presque rectiligne, et la station génératrice, située à Balls Bridge, est voisine d'une extrémité. Cette station est pourvue de quatre machines motrices de 150 chevaux, dont deux actionnent des dynamos de 100 kilowatts, fournissant, sous 500 volts, du courant continu à la partie de ligne la plus

voisine de Balls Bridge ; les deux autres font tourner chacune un alternateur de 120 kilowatts, donnant un système de courants triphasés à 2.500 volts.

Deux sous-stations sont établies, comme le dessin le montre, à Blackrock et à Dalkey. Chacune d'elles possède deux moteurs triphasés synchrones, actionnant chacun une dynamo à courant continu de 120 ampères sous 500 volts. Ce sont ces dynamos elles-mêmes qui servent d'excitatrices aux moteurs synchrones. Ceux-ci, étant triphasés, pourraient en principe démarrer seuls ; mais, pour éviter des complications de rhéostats, on les amène au synchronisme au moyen des dynamos, alimentées temporairement comme réceptrices par le courant de ligne.

A Lowell (Massachussets) on trouve de même une usine centrale actionnant sous 5.000 volts deux sous-stations, distantes de 11 et 15 kilomètres. Portland (Oregon) possède une combinaison du même genre.

Réseau à périmètre limité. — Passons à l'hypothèse du réseau à périmètre limité. Dans ce cas, les différentes paires de feeders ont des longueurs inégales, mais comparables entre elles ; il devient économiquement possible d'égaliser le potentiel à leurs extrémités. Deux moyens se présentent : on peut faire travailler ces paires de feeders sous des densités de courant inégales, de manière à produire dans toutes une même chute de potentiel ; ou bien, l'on peut adopter dans chaque paire de feeders la densité de courant la plus économique, mais égaliser les chutes de potentiel en intercalant des sous-volteurs (*boosters*) dans les plus longs d'entre eux. Le calcul montrera quelle est, dans chaque cas, la solution la plus économique. Inutile d'ajouter que la première l'emporte en simplicité.

Il convient de s'assurer exactement par le calcul, avant d'arrêter le projet de traction d'un réseau étendu,

si l'on a avantage, en tenant compte à la fois des frais d'installation et des dépenses d'énergie, à le traiter comme un réseau *rayonnant* ou comme un réseau *à périmètre limité*, c'est-à-dire à y multiplier les centres de production primaires ou secondaires d'énergie électrique, ou à s'en tenir au système des feeders, complété ou non, suivant le cas, par l'emploi de sous-volteurs.

§ 3. — *Usines génératrices.*

Puissance des dynamos. — En supposant que les moteurs des véhicules électriques aient un rendement de 0,7, que le rendement de la ligne soit 0,85 et celui des dynamos 0,9, on aurait un rapport de 0,53 entre le travail mécanique recueilli sur les essieux moteurs des véhicules et celui appliqué aux arbres des dynamos. Pour passer à la puissance des machines motrices de l'usine, il faut encore tenir compte de la perte de travail entre les arbres de ces machines et ceux des dynamos, perte qu'on évalue à 5 p. 100 au moins quand la transmission a lieu par courroie. En gros, l'expérience confirme que c'est aux environs de 50 p. 100 que se tient le rendement global d'un système de ce genre.

En vue de réduire les pertes au minimum, on a intérêt, tant pour les machines motrices (turbines, machines à gaz pauvre ou à vapeur) que pour les dynamos elles-mêmes, à employer de grosses unités. Ce qui limite à cet égard, c'est le grand intérêt qui s'attache à ne faire travailler, autant que possible, chaque unité qu'à pleine charge. Il y a donc, suivant la nature et le degré de régularité de service, une répartition de la puissance maximum entre des unités de nombre et d'importance convenables, qu'il faut s'attacher à déterminer avec soin.

Comme les réseaux étendus ou à grand trafic se sont

multipliés, principalement en Amérique, et comme en même temps on est devenu plus expert et plus hardi dans les installations, on emploie fréquemment aujourd'hui des

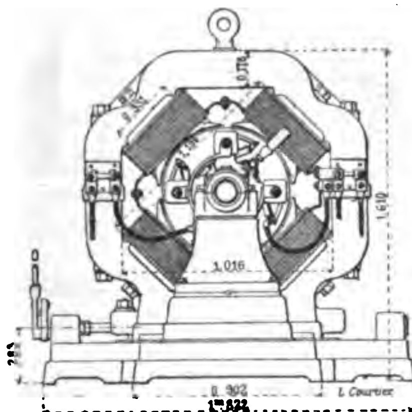


Fig. 131. — Dynamo Thomson-Houston de 100 kilowatts.

unités de beaucoup plus grande puissance que celles usitées il y a quelques années. Sur le même type tétrapolaire que son modèle de 100 kilowatts (*fig.* 131), la

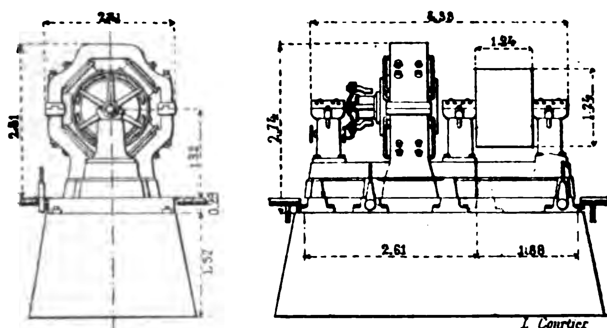


Fig. 132. — Dynamo Thomson-Houston de 500 kilowatts.
(Ensemble de la machine et de ses fondations).

Cie Thomson-Houston établit des modèles de 200, 300, 500 kilowatts : la *fig.* 132 donne les dispositions d'en-

semble de ce dernier, qui tourne à 350 tours par minute.

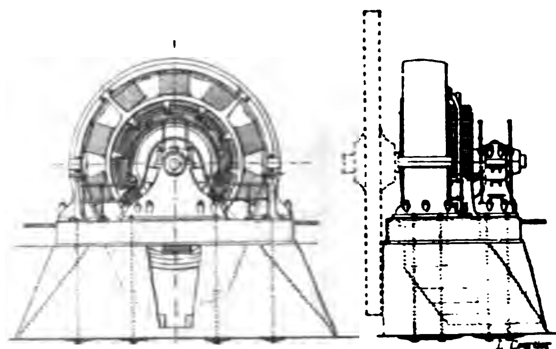


FIG. 133. — Dynamo Walker : type général pour machines de 500 à 2.000 kilowatts.

Pour les puissances supérieures, on multiplie le nombre

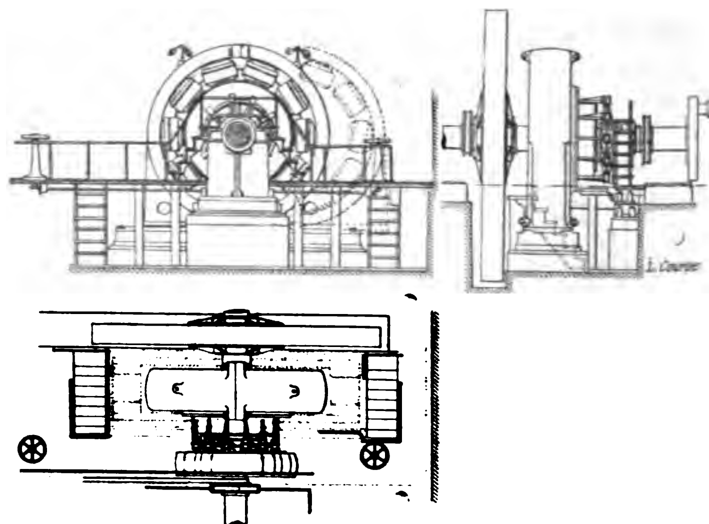


FIG. 134. — Dynamo Westinghouse de 1.500 chevaux.

des pôles : les dynamos devant avoir leurs balais calés dans

une position fixe à cause des rapides variations de la charge, il est nécessaire qu'elles aient peu de réaction d'induit, et l'on ne peut leur demander plus de 200 à 250 kilowatts par paire de pôles. Le type Walker, représenté *fig.* 133, se construit pour des puissances de 500 à

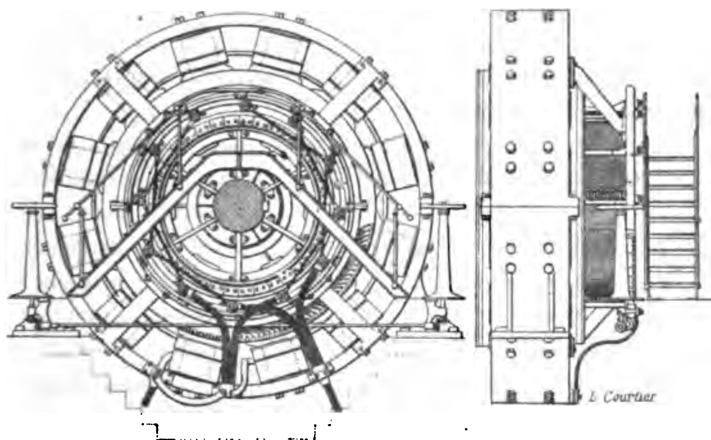


Fig. 135. — L'une des dynamos de la station génératrice de Kent Avenue, à Brooklyn.

2000 kilowatts. La machine Westinghouse, dont la *fig.* 134 donne les dispositions générales, a une puissance de 1.500 chevaux ; elle est à 10 pôles. La *fig.* 135 montre l'une des dynamos à 12 pôles de la station génératrice de Kent Avenue, à Brooklyn. Ces puissantes machines ont leurs circuits magnétiques en acier doux.

Dispositions spéciales des machines. — Toute dynamo servant à la traction électrique par prise directe de courant est nécessairement à excitation compound. Sur une ligne où ne circule qu'un nombre restreint d'automobiles, la consommation de courant varie entre zéro et le maximum avec la plus extrême rapidité c'est ainsi qu'aux tramways

de Marseille l'intensité change souvent de 400 ampères en moins d'une minute. Sur les très grands réseaux, la courbe de l'ampèremètre enregistreur est moins capricieuse, mais infiniment trop irrégulière encore pour qu'un réglage à la main puisse en suivre les variations. La disposition compound est donc indispensable; la dynamo doit même être surcompoundée, et donner à ses bornes, par exemple, 500 volts à vide et 550 volts à pleine charge, la perte de potentiel le long de la ligne étant maximum dans ce dernier cas.

Pour les unités puissantes, on se trouve bien d'atteler directement la machine motrice sur l'arbre de la dynamo. On ne s'est avancé que timidement dans cette voie : on s'était habitué à considérer le glissement des courroies comme indispensable pour éviter les à-coups trop brusques sur la machine motrice, et la *fig.* 132 montre qu'on a appliqué la commande par courroie jusqu'à 500 kilowatts. Mais l'expérience a montré qu'en munissant les machines motrices de volants énergiques en même temps que de régulateurs sensibles, on n'avait pratiquement à craindre ni l'arrêt brusque en cas de court-circuit, ni l'emballement subit en cas d'ouverture accidentelle. Aussi la commande directe est-elle entrée dans la pratique courante, même au-dessous de 500 kilowatts; à plus forte raison est-elle seule usitée pour les très puissantes dynamos, à pôles nombreux, à grand diamètre d'armature et à faible vitesse angulaire : les machines qui les actionnent directement sont alors elles-mêmes des machines à vitesse de rotation modérée et à grande puissance, auxquelles on peut assurer un rendement élevé.

Seulement les volants nécessaires à ces grandes unités doivent emmagasiner des quantités d'énergie considérables. M. K. Baylor indique comme donnée correspondant à la pratique moyenne des constructeurs, que le volant doit pouvoir entretenir à lui seul la rotation à

pleine charge, pendant trois révolutions, sans que la vitesse baisse de plus de 5 p. 100. Pour éviter les dangers d'éclatement auxquels les volants de fonte sont sujets, on construit quelquefois ces puissants volants en tôles rivées et boulonnées.

Dispositions d'ensemble ; emploi des accumulateurs. — Les *fig.* 136 et 137 donnent des exemples simples de tableaux de distribution pour usines centrales de tramways. Le premier de ces schémas se rapporte à l'installation de Marseille (Sautter, Harlé et Cie) ; le second, à celle d'Angers (Cie de Fives-Lille). Chacune de ces installations comprend trois machines génératrices. Les machines étant à excitation compound, leur association en parallèle exige naturellement l'emploi d'une barre d'égalisation.

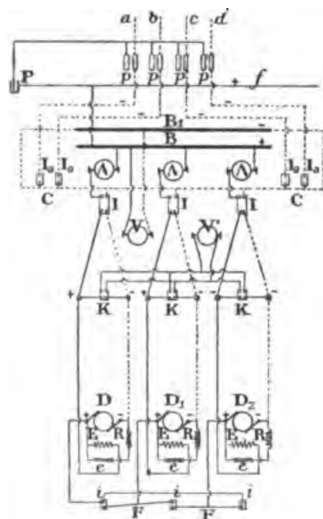


Fig. 136. — Tableau de distribution (tramways de Marseille).

Les autres appareils sont ceux qu'on rencontre à peu près sur tous les tableaux de distribution. Une attention toute spéciale doit être donnée à l'installation d'excellents parafoudres. Il convient également que chaque machine génératrice et, lorsqu'il y a lieu, chaque départ de feeder soient munis d'un disjoncteur automatique, déclenchant pour un maximum donné du courant correspondant.

Quand le nombre des dynamos devient important, leur association en quantité ne laisse pas de soulever des

questions assez délicates en raison du compoundage, l'enroulement en série de chaque dynamo ne recevant plus qu'une fraction variable du courant total débité sur le réseau.

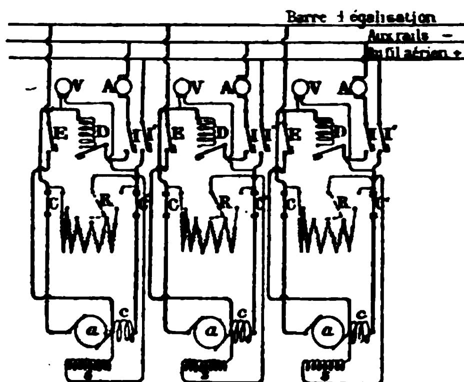


Fig. 137. — Tableau de distribution (Angers).

L'emploi des accumulateurs permet de régulariser le débit des stations génératrices, et d'atténuer, dans une proportion considérable, les à-coups sur les dynamos. Sur la ligne de Zurich-Hirslanden, où le service est fait par une seule machine de 40 kilowatts, une batterie de 300 éléments, capable de débiter 80 ampères, est associée en parallèle avec cette génératrice. On indique que, durant une observation de vingt-quatre minutes, tandis que le courant variait sur la ligne entre 20 et 210 ampères, le courant dans la dynamo n'a varié que de 72 à 102 ampères; le potentiel n'aurait varié sur la ligne, pendant ce temps, qu'entre 535 et 560 volts. Une batterie d'accumulateurs, directement associée en parallèle avec la dynamo, est aussi en usage sur le chemin de fer de Meckenbeuren à Tettnang; on la recharge une fois par jour. Des combinaisons analogues s'introduisent en Amérique.

A Remscheid, des accumulateurs sont employés à la

station génératrice suivant un système spécial (Siemens et Halske). Ils sont en série avec une dynamo auxiliaire à excitation différentielle : l'un des enroulements de cette excitation est en série avec la dynamo principale, l'autre est une dérivation prise aux bornes de la batterie. Si le courant consommé par la ligne est moindre que le débit normal de la dynamo principale, la dynamo auxiliaire charge les accumulateurs ; s'il est plus grand, les accumulateurs débitent sur la ligne, et l'intensité totale fournie à celle-ci se trouve soutenue. La dynamo principale fonctionne ainsi toujours à son régime normal.

Quand la batterie d'accumulateurs est simplement associée en parallèle avec les dynamos génératrices, on peut se demander quel en est le meilleur emplacement : est-ce à la station génératrice, ou à l'extrémité opposée de la ligne du tramway? Il semble que cette seconde combinaison doive présenter des avantages ; car le jeu des accumulateurs est alors susceptible de corriger les chutes de potentiel en même temps que d'atténuer les variations de l'intensité du courant.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

Généralités.

CHAPITRE II.

Équipement électrique des véhicules moteurs.

CHAPITRE III.

Installations électriques fixes.

APPAREILS

SERVANT A MESURER L'HUMIDITÉ D'UNE VAPEUR

Par M. RATEAU, Ingénieur au Corps des Mines.

Dans ces dernières années, la question de la mesure de l'eau entraînée par la vapeur a fait de notables progrès grâce à des travaux entrepris en Amérique principalement. Plusieurs appareils ont été imaginés et appliqués. Sans les examiner tous, je décrirai rapidement ceux qui me paraissent les plus pratiques et je présenterai celui que j'ai récemment conçu pour servir dans des recherches sur l'écoulement de la vapeur d'eau par des tuyères convergentes.

Méthodes anciennes. — La *méthode calorimétrique*, indiquée par Hirn et employée par la Commission de Mulhouse en 1859, puis par la Commission américaine des chaudières, en 1871, et par Willans, en 1888, est d'une exécution laborieuse. Elle donne, il est vrai, des résultats exacts, mais à la condition d'opérer avec beaucoup de soin. Elle ne permet d'apprécier que la moyenne de la teneur en eau pendant un intervalle de temps assez long, car il faut attendre que le calorimètre ait condensé un poids de vapeur suffisamment important pour donner lieu à des pesées précises. Cela peut suffire et même être avantageux dans certains cas, dans celui par exemple de l'étude d'un générateur au point de vue de l'entraînement d'eau ; mais il en est d'autres où il est nécessaire de connaître la teneur

en humidité à chaque instant, et cette teneur peut varier d'un moment à l'autre.

La *méthode du sel* n'a donné dans l'application que de très mauvais résultats. D'abord elle ne peut faire connaître l'humidité résultant de la condensation dans les conduits ; ensuite, même bornée à l'étude des entraînements d'eau en gouttelettes par la vapeur sortant des générateurs, elle est certainement très fausse, ainsi que l'ont établi plusieurs expériences, notamment celles des professeurs Kennedy et Unwin (*Rapport à l'Institution of mechanical Engineers in London*, 1894).

La *méthode par séparation*, essayée par la Commission de la Société industrielle de Mulhouse, en 1859, consiste à opérer la séparation de l'eau dans un vase approprié, puis à peser l'eau recueillie et la vapeur qui l'a donnée après avoir condensé celle-ci. Elle a été reprise par les expérimentateurs américains. J'en reparlerai plus loin.

Prise d'échantillon. — La mesure de la quantité d'eau entraînée par un courant de vapeur peut être faite soit sur la totalité de ce courant, soit seulement sur un échantillon qu'on y prélève. La première manière donne des résultats beaucoup plus exacts, mais elle est souvent inapplicable, parce que le courant de vapeur que l'on a à étudier ne peut pas toujours être dénaturé. Ainsi, par exemple, s'il s'agit d'étudier le fonctionnement d'un moteur avec de la vapeur humide, il est clair qu'il faudra mesurer l'humidité en prélevant seulement un échantillon, de manière à ne pas changer le titre du fluide allant au moteur.

D'autre part, si la quantité de vapeur débitée par le courant est considérable, il serait impraticable d'opérer sur la totalité.

Ces raisons font que c'est presque toujours sur une prise d'échantillon que l'appareil de mesure doit être appliqué. Mais comment faut-il prélever cet échantillon pour qu'il

soit semblable à la moyenne du courant principal? Il y a là une sérieuse difficulté. Il semble *a priori* qu'il suffise de faire pénétrer dans le tuyau où coule la vapeur un petit tube percé d'un orifice quelconque par lequel s'effectuera la prise d'une portion de la vapeur qui sera conduite à l'appareil d'analyse. Mais, en y réfléchissant, on ne tarde pas à reconnaître que l'échantillon ainsi prélevé peut avoir un titre très variable suivant l'endroit du tuyau où sera placé l'orifice du petit tube. Un courant de vapeur humide ne peut en effet être homogène. Les gouttelettes d'eau entraînées se localisent plutôt aux points bas des tuyaux et dans le voisinage des parois; d'autre part, ces gouttelettes s'attachent au petit tube qui pénètre dans le courant, et il en résulte que généralement l'échantillon prélevé contient relativement plus d'eau, excepté lorsque le trou de prise est tourné vers l'aval du courant, auquel cas l'échantillon accuse, au contraire, moins d'humidité.

Il y a encore trop peu d'études sur ce sujet. Quelques recherches systématiques, entreprises par le professeur Jacobus (*American Society of mechanical Engineers, meetings de décembre* 1894 *et juin* 1895), ont montré que le titre mesuré d'après l'échantillon est presque toujours plus élevé que le titre vrai, et cela avec des formes très variées des buses de prise.

Le plus souvent, au lieu de disposer sur la buse un seul petit trou, on en met plusieurs tout autour (une douzaine), de manière à capter ainsi l'échantillon en différents points de la section d'écoulement du courant principal.

Pour obtenir de bons résultats, il faudrait satisfaire à deux conditions:

1° Rendre le courant sensiblement homogène en pulvérisant toutes les gouttelettes d'eau, même celles qui ont tendance à suivre les parois du tuyau;

2° Calibrer les orifices ou petits trous de prise d'échan-

tillon, de façon que la vitesse de la vapeur à travers ces petits trous soit à peu près égale à celle de la vapeur dans le courant principal.

La première condition est facile à remplir. Il n'y a qu'à disposer un étranglement dans le tuyau principal, un peu en amont de la buse à échantillon, et à mettre dans cet étranglement une pièce héliçoïdale, forçant le courant à prendre un mouvement gyratoire (*).

De cette manière, les gouttelettes d'eau sont éloignées de la paroi à l'endroit de la prise, et elles sont réduites en fine poussière par l'action de la vitesse dans l'orifice rétréci.

La seconde condition est plus difficile à satisfaire. Cependant on peut y arriver en graduant convenablement l'ouverture du robinet, qui laisse finalement échapper dans l'atmosphère la vapeur qui passe à travers l'appareil de mesure.

Quoi qu'il en soit, voyons maintenant quels sont les procédés qu'on peut pratiquement employer pour analyser l'échantillon.

Méthodes récentes. — *Méthode du séparateur.* — La méthode de la séparation directe a été reprise et préconisée par le professeur Carpenter de la Cornell University (*Experimental Engineering*, par Carpenter, 2e édition, 1895, p. 399). Son appareil (*fig.* 1) consiste en une chambre cylindrique A, à l'intérieur de laquelle débouche le tuyau C qui amène la vapeur depuis la prise D. Ce tuyau se termine inférieurement par une partie percée d'un grand nombre de petits trous, de 3 millimètres de diamètre, par lesquels sort la vapeur humide. Un tuyau latéral d'échappement permet à la vapeur de s'échapper au dehors après

(*) Comme cela existe dans les tuyères imaginées par les frères Kœrting pour pulvériser dans l'air un liquide chaud qu'on veut refroidir par évaporation.

qu'elle a déposé sur la paroi de la chambre l'eau qu'elle entraînait. Le tuyau d'échappement, qui enveloppe la chambre A pour éviter la condensation par rayonnement, est fermé par une plaque percée par un petit orifice B de 2^{mm},4 de diamètre par lequel la vapeur est obligée de passer. Un manomètre placé sur le corps de l'instrument permet de mesurer la pression à l'intérieur, d'où on déduit le débit de vapeur. L'eau séparée se rassemble à la partie inférieure de la chambre A. On en estime la

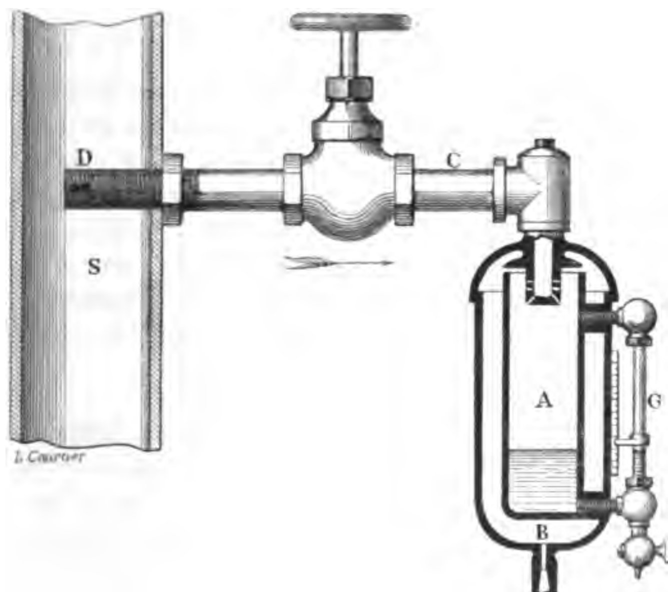


Fig. 1.

quantité grâce à un tube de niveau G, en cristal, fixé latéralement et gradué. Pour être certain de bien séparer toute l'eau, M. Carpenter, dans certains de ses modèles, met deux séparateurs à la suite l'un de l'autre. Ce que le premier n'a pas séparé est recueilli dans l'autre.

D'après des expériences qui ont été faites sous la direction de l'inventeur, la séparation serait presque parfaite. Il ne resterait pas, en général, plus de 1 millième d'eau dans la vapeur sortant de l'appareil. Pourtant j'émets à ce sujet quelques doutes. J'ai fait usage d'un séparateur à force centrifuge pour sécher la vapeur destinée à des expériences particulières, et j'ai pu me rendre compte que le fonctionnement de ce genre d'instrument est un peu capricieux. Quelquefois la séparation est très bonne : la vapeur ne contient plus que 1 à 2 millièmes d'eau ; mais, d'autres fois, cette teneur reste supérieure à 5 ou 6 millièmes.

Une petite correction doit être faite pour tenir compte du rayonnement externe par les parois des tubes C et G. L'appareil convient pour n'importe quel degré d'humidité. Mais il présente l'inconvénient de ne pas donner des indications rapides, car il faut attendre, pour estimer le titre avec quelque précision, que la chambre soit à peu près à moitié pleine d'eau. Il ne permet donc que d'évaluer une moyenne pendant un intervalle de temps assez long : vingt à vingt-cinq minutes en général.

Méthode de la détente. — L'on sait, depuis les recherches de Hirn, que la vapeur saturée se surchauffe par détente sans travail. C'est-à-dire que, si on laisse couler de la vapeur initialement saturée, mais sèche, par un orifice où sa pression s'abaisse notablement, elle commence par se condenser partiellement ; mais ensuite, si on brise le jet, en l'arrêtant dans une chambre, la force vive du courant anéantie donne lieu à un dégagement de chaleur correspondant, et ce dégagement est suffisant non seulement pour revaporiser la partie condensée à la sortie de l'orifice, mais encore pour surchauffer un peu la vapeur. Les formules de la Thermodynamique permettent de calculer cette surchauffe, connaissant les pressions initiale et finale ;

et le résultat est reconnu exact d'après toutes les expériences faites.

Si donc la vapeur, au lieu d'être initialement sèche, renferme un peu d'eau, la surchauffe sera moindre, et de

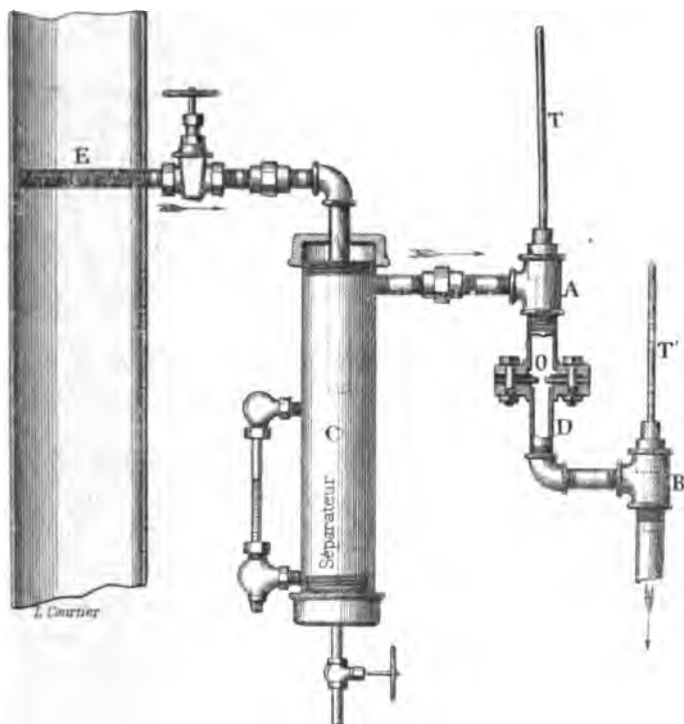


FIG. 2.

l'abaissement de la surchauffe on pourra déduire le titre. Cette méthode proposée par le professeur Peabody de Boston, en 1888, a été appliquée de plusieurs manières assez semblables par différents expérimentateurs, par le professeur Barrus notamment. L'appareil fort simple qui en résulte est appelé par les Américains « Throttling Calorimeter ». Il se compose (*fig.* 2) d'une petite chambre D

où la vapeur vient se briser, après avoir pris une grande vitesse en passant par un petit orifice O. Le tuyau d'échappement de la chambre est pourvu d'un robinet qui permettrait de tenir la pression à telle valeur que l'on voudrait; mais, pour plus de simplicité, on l'ouvre assez largement pour que ce soit la pression atmosphérique, ou à peu près, qui règne dans la chambre D.

Un bon manomètre, ou un thermomètre T, placé avant l'orifice d'écoulement, donne la pression de la vapeur venant de la conduite E où la prise d'échantillon a été faite. Un thermomètre T', dont la boule est tout entière à l'intérieur de la chambre, ou à l'intérieur d'un dé en fer pénétrant dans cette chambre, permet de mesurer exactement la température de surchauffe de la vapeur après détente.

Un abaque calculé d'avance indique facilement le titre qui correspond à la pression initiale donnée et à la température de surchauffe observée.

La méthode est d'une application très simple. Elle donne des résultats généralement exacts, ou, du moins, suffisamment approchés pour les besoins de la pratique industrielle. Cela a été vérifié. Les indications en sont rapides. Pour faire les lectures du manomètre et du thermomètre, il suffit d'attendre quelques secondes pour que les parois de la chambre se soient mises en équilibre de température avec la vapeur et qu'ainsi le régime permanent se soit établi. Une petite correction tient compte du rayonnement extérieur.

Mais cette méthode ne convient pas à tous les cas. S'il y a trop d'eau entraînée, il ne se produit aucune surchauffe, et l'appareil n'indique alors qu'un minimum. C'est qu'en effet la quantité relative d'eau que la détente peut vaporiser est très limitée, et d'autant plus que la pression initiale est plus voisine de la pression atmosphérique. Ainsi, par exemple, on calcule que :

Pour une pression de 2 kilogrammes par centimètre carré, le maximum vaporisé est de .... 1,9 p. 100
Pour une pression de 4 kilogrammes par centimètre carré le maximum vaporisé est de................ 3,3 p. 100
Pour une pression de 6 kilogrammes par centimètre carré, le maximum vaporisé est de............... 4,4 p. 100
Pour une pression de 8 kilogrammes par centimètre carré, le maximum vaporisé est de............... 5,1 p. 100

Si donc le titre se trouve être plus élevé que ces chiffres, l'appareil ne peut plus servir, à moins de lui adjoindre, soit un condenseur à vide pour abaisser la pression de détente, soit un séparateur pour commencer par diminuer le titre en enlevant une quantité mesurée d'autre part. Mais alors l'instrument se complique beaucoup (*fig.* 2).

D'ailleurs, le calcul repose sur le chiffre que Regnault a trouvé pour la chaleur spécifique de la vapeur d'eau. Ce chiffre : 0,48, serait sensiblement constant. Il est pourtant probable qu'il n'en est pas ainsi. L'erreur, s'il y en a une, n'influera pas beaucoup sur les résultats trouvés si la quantité d'eau est voisine du pourcentage qui correspond à une surchauffe nulle. Mais il en sera tout autrement si la quantité d'eau est voisine de zéro, parce qu'elle sera évaluée par la différence, presque nulle, de deux quantités dont l'une variera avec le coefficient de chaleur spécifique qu'on supposera ; il suffira alors de faibles changements de ce coefficient pour affecter beaucoup le chiffre donné par le calcul.

Appareil Gehre. — M. Max Gehre, industriel à Düsseldorf, a imaginé un appareil (*) fondé sur la propriété suivante : Si on chauffe un mélange de vapeur et d'eau dans une enceinte fermée, la température et la pression se correspondront conformément aux tables de Regnault

(*) *Revue industrielle*, numéro du 26 septembre 1896, p. 383.

tant qu'il restera de l'eau à vaporiser ; puis, lorsque toute l'eau sera réduite à l'état de vapeur, la chaleur n'aura plus pour effet que de surchauffer la vapeur, et la température croîtra plus vite, par rapport à la pression. que ne le comportent les tables de Regnault. Dès lors, si l'on mesure la pression où la concordance cesse, c'est-à-dire la pression à laquelle toute l'eau se trouve juste à l'état de vapeur saturée, et si l'on connaît la pression initiale du mélange, il sera très facile d'en déduire les quantités relatives d'eau et de vapeur qui se trouvaient en présence.

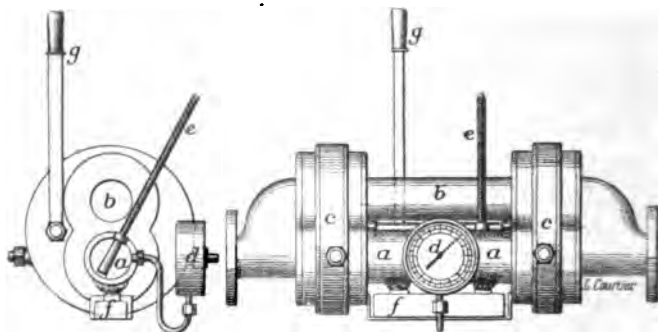


Fig. 3.

En pratique (*fig.* 3), l'enceinte *aa* où on fait les observations est un bout de tuyau placé en dérivation sur la conduite de vapeur *b*. A un moment donné, on y isole un échantillon à l'aide de deux clapets *cc* manœuvrés simultanément au moyen d'un levier *g*.

Cette méthode, simple et parfaite en théorie, me semble ne pas être susceptible de donner des résultats bien précis dans la pratique courante. Il paraît d'abord assez difficile d'assurer la parfaite étanchéité des clapets, et cependant une fuite, même très faible, peut troubler notablement les résultats. Ensuite il faudrait, pour apprécier le millième d'eau, un manomètre d'une très grande précision. Ainsi,

si la pression est de 5 kilogrammes absolus par centimètre carré, pour avoir l'approximation du millième, il parait nécessaire que le manomètre donne des indications exactes à 5 millièmes de kilogramme près, et on sait que les manomètres métalliques ordinaires ne permettent guère d'estimer au-delà du cinquantième de kilogramme. On ne peut donc pas compter avoir une estimation certaine, à moins de 4 à 5 millièmes près. Cela peut, il est vrai, suffire en général.

Un avantage de l'appareil en question, c'est qu'il analyse un échantillon de vapeur prélevé dans toute la section de la conduite, tandis que la plupart des autres opèrent sur des échantillons provenant d'une partie seulement de la section du tuyau. Toutefois cet avantage est peut-être plus apparent que réel. Il n'est pas bien certain que la prise d'échantillon soit bonne à cause des gouttelettes d'eau qui cheminent à la partie basse du tuyau, avec une vitesse plus faible, beaucoup plus faible certainement, que celle de la vapeur. Il est bien probable, pour cette raison, que l'instrument indique des proportions d'eau exagérées.

Nouvel appareil. — Je me suis proposé de trouver un instrument qui offrirait tous les avantages du « Throttling calorimeter », tout en évitant ses inconvénients, c'est-à-dire qui permettrait la mesure du titre de la vapeur, quel qu'il soit *a priori*, avec une approximation très bonne, aussi constante que possible. J'y suis parvenu en m'appuyant sur le fait que la chaleur de vaporisation de l'eau est très élevée. Pour réduire à l'état de vapeur le peu d'eau entraînée, il faut introduire une quantité de chaleur relativement forte, et la mesure de cette quantité donnera avec une grande approximation la proportion d'eau. Les meilleurs appareils pour mesurer l'humidité sont certainement ceux qui s'appuient sur cette propriété de l'eau. Le « Throttling calorimeter » est de ceux-là. Il emprunte la

chaleur de vaporisation au travail qui correspond à la détente brusque. Celui que je vais présenter emprunte cette chaleur à une source calorifique quelconque, un fourneau à gaz ou à pétrole par exemple.

L'échantillon de vapeur prélevé sous forme de courant continu dans un petit tuyau est soumis à l'action de la chaleur, sous pression constante ou sensiblement constante, de manière qu'il devienne légèrement surchauffé. Un manomètre et un bon thermomètre permettent, à l'aide des tables de Regnault, de connaître cette surchauffe.

Si l'on savait, d'autre part, le débit de vapeur et la quantité de chaleur introduite dans l'unité de temps, on pourrait facilement calculer la quantité d'eau vaporisée et, par suite, le titre initial. C'est ici que la question se complique. Il faut s'affranchir de ces mesures en rendant l'apport de chaleur proportionnel au débit de vapeur. J'obtiens cela en introduisant la chaleur par le moyen de la vapeur elle-même.

A cet effet, l'échantillon est divisé en deux parties égales (*). L'une des moitiés va se surchauffer plus ou moins fortement, puis se mélange à l'autre. On s'arrange pour que le mélange soit lui-même un peu surchauffé, et des deux surchauffes on déduit la quantité d'eau comme suit.

Soient θ_1 et θ_2 les surchauffes de la moitié et du mélange en degrés centigrades, et soit 0,48 la chaleur spécifique de la vapeur d'eau.

Si la vapeur était initialement saturée et sèche, la surchauffe du mélange θ_2 serait juste égale à la moitié de θ_1. En général, il n'en sera pas ainsi. Alors, si x est la proportion d'eau, l'abaissement de température qu'elle donne $\frac{\theta_1}{2} - \theta_2$ est lié à la chaleur r de vaporisation de l'eau

(*) Ou plus généralement en deux parties dont le rapport en poids soit constant et connu.

par la relation suivante :

$$rx = 2 \times 0,48 \left(\frac{\theta_1}{2} - \theta_2\right);$$

d'où :

$$x = 0,48 \left(\frac{\theta_1 - 2\theta_2}{r}\right).$$

La chaleur de vaporisation r est un peu variable avec la pression. Elle se tient entre 480 et 506 aux pressions ordinaires. Ce titre x, exprimé en millièmes, est donc à peu près égal ou légèrement inférieur à la différence $\theta_1 - 2\theta_2$ exprimée en degrés centigrades.

Le calcul exact est, en tout cas, très simple. On pourrait y introduire un terme pour tenir compte du rayonnement externe de l'appareil. Mais nous verrons plus loin que cela est inutile.

Description de l'appareil. — Pratiquement, après quelques essais et tâtonnements, voici à quelle disposition je me suis arrêté (*fig.* 4).

L'échantillon, prélevé par un tuyau muni d'un robinet d'arrêt A, est divisé en deux parties égales par les petits tuyaux R et L d'égales longueurs, et soudés symétriquement à la partie inférieure du raccord N, afin que chaque moitié de courant entraîne la même proportion d'eau.

La moitié de droite va se surchauffer en passant dans le tube E qui est placé au-dessus d'un fourneau à flamme réglable, puis vient rejoindre l'autre moitié, à laquelle elle se mélange intimement dans la boîte G renfermant des diaphragmes HH percés de trous I formant chicanes.

Finalement, toute la vapeur s'écoule dans l'atmosphère, ou dans une bâche à eau, par le tuyau inférieur muni d'une vis M permettant, par le moyen du petit volant T, de régler à tel chiffre voulu le débit total de la vapeur.

En agissant sur cette vis, ainsi que sur la flamme du fourneau, on arrive très rapidement à graduer le débit de vapeur et l'apport de chaleur, de manière que le mélange dans

la boîte G ne soit que légèrement surchauffé, 2 à 3° seulement au-dessus de la température d'ébullition. Le terme soustractif, $2\theta_2$, de la formule ci-dessus est alors faible.

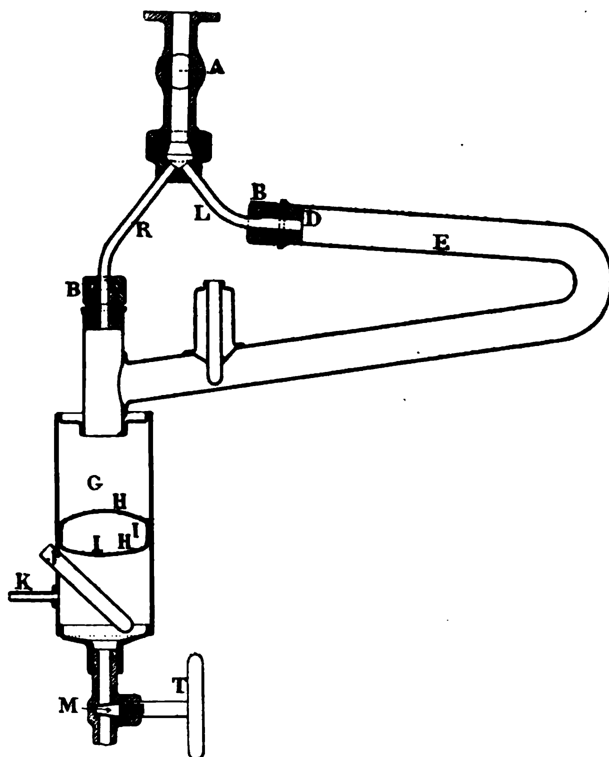


FIG. 4.

On prend la pression du mélange dans G à l'aide d'un bon manomètre métallique raccordé par le tuyau K. Les températures de surchauffes θ_1 et θ_2 sont prises à l'aide de thermomètres plongeant dans les dés en fer pleins de mercure J et J'. Ces dés sont placés de façon à prendre la moyenne des températures pour le cas où les courants de vapeur ne seraient pas homogènes.

Le tuyau E est suffisamment large pour n'offrir à la vapeur qu'une très faible résistance. De cette manière, si les deux tuyaux R et L sont égaux, les débits par l'un et par l'autre seront aussi égaux. On peut d'ailleurs par un tarage préalable s'assurer de cette égalité de débits ou mesurer leur rapport, qui reste nécessairement constant, quelles que soient les pressions.

La vis de réglage M ne peut ouvrir qu'une section d'écoulement relativement bien plus petite que la section totale des deux tuyaux R et L ; la vapeur conserve donc à peu près sa pression jusque dans la chambre du mélangeur G. La chute de pression accusée par le manomètre placé sur K n'atteint généralement pas 1/5 de kilogramme. Dans ces conditions, le titre n'est pas sensiblement modifié par cette petite détente.

Les tuyaux sont disposés de manière qu'il n'y ait nulle part de contre-pente. Il faut, en effet, éviter les recoins où de l'eau pourrait se condenser et s'accumuler. Il en résulterait une perturbation dans le bon fonctionnement de l'instrument.

Les parois en cuivre doivent être aussi minces que possible, afin de diminuer la quantité de chaleur emmagasinée, car cette chaleur a pour effet de retarder l'établissement du régime permanent, quand il se produit des variations de températures. L'appareil que j'ai fait exécuter ne pesait que $1^{kg},700$; il serait possible de réduire encore beaucoup ce poids, en en confiant la construction aux spécialistes.

Il était entièrement entouré, sauf le serpentin surchauffeur, d'une enveloppe isolante de bourre de soie, de façon à limiter le rayonnement à un chiffre négligeable.

L'emploi de cet appareil est fort simple ; il y a à lire simultanément deux thermomètres et un manomètre. L'indication est presque instantanée, il faut seulement attendre quelques secondes que le régime permanent soit

établi. La teneur en eau vient-elle à varier, l'appareil le révèle immédiatement par modification de la température des thermomètres.

Le calcul du titre est simple et rapide.

A peine plus compliqué que le *Throttling calorimeter* (il renferme seulement un thermomètre de plus, mais il nécessite, il est vrai, un fourneau de chauffage), cet appareil s'emploie de la même manière. Il est plus exact et d'une application plus générale, puisque le titre peut être quelconque entre zéro et un maximum pouvant aller très loin. Il serait facile d'en augmenter la sensibilité en disposant sur le tuyau L un robinet calibré permettant de faire varier d'une manière connue le rapport des débits des deux tuyaux R et L. Si le titre était faible et s'élevait seulement à quelques millièmes, on réduirait le débit du tube L de façon à rendre plus élevée la surchauffe en J. Au contraire, on accroîtrait le débit si le titre devait monter à plus de 80 ou 100 millièmes.

Enfin, on remarquera qu'il peut facilement aussi servir comme « Throttling calorimeter » dans les limites d'application de celui-ci. Il n'y a pour cela qu'à enlever le fourneau, à envelopper le serpentin d'un isolant et à dévisser le tube inférieur de façon à ouvrir largement la chambre G à l'atmosphère.

Résultats. — Discussion. — J'ai fait pendant plusieurs mois de nombreuses mesures avec cet appareil. Les résultats ont toujours semblé bons. Sont-ils bien véritablement exacts ?

On peut se demander d'abord si le rayonnement de l'appareil n'est pas considérable, si les thermomètres indiquent vraiment la température moyenne des courants. Pour examiner cela, j'ai bouché le tuyau direct R et j'ai surchauffé la vapeur dans le serpentin. S'il y avait un rayonnement important et si les thermomètres ne mar-

quaient pas la température correctement, il y aurait une différence entre leurs indications. On constate qu'il n'y en a pas lorsque l'appareil est entouré de bourre de soie et que le courant n'est pas réduit à une valeur très faible. Il y a accord à un demi-degré près. Le même essai exécuté sans revêtement isolant avait donné des différences de 2 à 3°, le rayonnement n'était pas alors négligeable. On pourrait d'ailleurs en tenir compte.

Ensuite il faudrait s'assurer que le mélange des deux courants de vapeur est bien intime; malheureusement c'est difficile. Cependant il ne me paraît pas douteux qu'avec les précautions prises ce mélange est suffisamment bon. Observons d'ailleurs que le thermomètre J′ est placé de telle manière dans le courant qu'il prend une température moyenne de ce courant.

Le mélange pourtant n'est pas parfait, lorsque l'eau arrive en grosses gouttelettes. C'est ce qui sera dit plus loin. Mais ce n'est pas, en général, le cas pour les prises d'échantillon que l'appareil est chargé d'analyser.

Le calcul repose sur la connaissance préalable de la chaleur spécifique de la vapeur d'eau à pression constante. On admet généralement, depuis les travaux de Regnault, qu'elle est à peu près invariable et égale à 0,485. Il est bien probable qu'il n'en est pas ainsi; mais je ne connais pas de recherches précises sur ce sujet. Nous devons donc nous en tenir au coefficient de Regnault, qui, s'il n'est pas toujours exact, doit, en somme, s'écarter assez peu de la vérité pour que le chiffre qu'il donne sur la quantité d'humidité soit suffisamment approché pour la pratique. Les mêmes remarques s'appliquent d'ailleurs au « Throttling calorimeter ». Une erreur sur le coefficient de Regnault aurait même dans son cas plus d'importance, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut.

En retournant la question, on peut dire que l'appareil qui vient d'être décrit pourrait servir à vérifier si la cha-

leur spécifique de la vapeur d'eau varie avec le degré de surchauffe. Il faudrait surchauffer les deux parties dans lesquelles on décompose la vapeur. Si ces parties sont égales et si la chaleur spécifique est une constante, la température du mélange sera la moyenne arithmétique des températures de chacune de ces parties. Si l'expérience ne donne pas ce résultat, elle permettra de suivre les variations du coefficient. Je me propose de faire ultérieurement des recherches à ce point de vue. La méthode sera bonne parce que, avec des thermomètres bien gradués, on peut estimer le 10[e] de degré, et des petites variations du coefficient, de 1 p. 100 seulement, seront décelées.

On peut encore se demander si les mesures ne sont pas faussées par la petite quantité de chaleur qui file par conductibilité le long du tuyau surchauffeur E et qui arrive ainsi au mélangeur par une voie autre que la vapeur. Le calcul montre aisément que cette quantité serait tout à fait négligeable, si elle existait. Mais elle n'existe même pas, parce que la vapeur qui coule dans le tuyau l'oblige à prendre sa température, et alors dans le voisinage du thermomètre la température du tube est constante, et aucune chaleur non apparente au thermomètre ne peut passer.

De cette discussion il ressort, sans doute, que le fonctionnement de l'appareil est bon. Il n'est pas possible de le vérifier par comparaison avec un autre, avec le « Throttling calorimeter », par exemple, parce que, s'il n'y avait pas concordance entre leurs indications, on ne saurait pas dire lequel des appareils est inexact, car, actuellement, on n'est pas bien fixé sur l'approximation qu'ils donnent.

J'ai tenté de faire la vérification en produisant dans la vapeur une quantité d'eau connue. A cet effet, le tube de prise de vapeur avait été entouré d'un petit serpentin où circulait de l'eau froide destinée à condenser un peu de vapeur. Ayant mesuré le débit de cette eau froide et l'élévation de température, je connaissais la quantité de vapeur

condensée par unité de temps. Je savais ensuite l'augmentation de teneur en eau ainsi occasionnée, grâce à la précaution prise de condenser toute la vapeur à la sortie de l'appareil, ce qui permettait d'évaluer son débit. Mais les résultats ne furent point concordants. L'appareil accusait toujours moins d'eau qu'il n'y en avait réellement. J'avais remarqué que, dans cette expérience, le thermomètre du mélangeur, au lieu de varier lentement comme dans le fonctionnement normal, oscillait continuellement. Cela me fit supposer que l'eau condensée passait en grosses gouttelettes. Et en effet, en examinant le jet à la sortie (sans le condenser), je vis qu'il se troublait par instants, tandis qu'habituellement il restait incolore, la vapeur étant surchauffée. Il n'était pas douteux alors qu'une partie de l'eau traversait le mélangeur sans s'y vaporiser et échappait ainsi à l'analyse. Cette difficulté inattendue m'arrêta. Pour réussir la vérification, il aurait fallu briser les grosses gouttelettes qui se forment et coulent sur les parois du tube refroidi par le courant d'eau. Cela aurait été assez facile en employant la disposition dite plus haut. Mais j'ai reculé devant le supplément de temps et de frais qui en résulterait, et j'ai abandonné cette vérification, convaincu d'ailleurs qu'elle se ferait suffisamment bien. Si elle ne se faisait pas, c'est que le coefficient que l'on adopte pour la chaleur spécifique de la vapeur d'eau ne serait pas exact, et ce serait encore une méthode pour le mesurer.

En résumé, nous pouvons conclure que l'on possède actuellement plusieurs bonnes méthodes pour mesurer l'humidité d'un échantillon de vapeur; mais l'on n'est jamais bien sûr que l'échantillon, prélevé pour l'analyse, est conforme à la teneur moyenne du courant de vapeur d'où il est issu; il ne paraît pas qu'on soit parvenu à indiquer une manière de faire correctement la prise d'échantillon.

BULLETIN

PRODUCTION MINÉRALE DE L'AUSTRALASIE EN 1894.

	QUANTITÉS	VALEURS
Nouvelle-Galles du Sud.		
	tonn. métr.	francs
Houille	3.730.829	29.143.551
Coke	35.009	837.531
Schistes à huile	21.510	801.517
Fonte et oxyde de fer	440	16.897
Cuivre	2.170	1.853.191
Plomb argentifère et minerais de plomb	183.211	55.366.450
Plomb (en saumons)	31	6.557
Argent	26.336kg	2.374.463
Or	10.101kg	29.172.403
Etain	2.653tm	4.525.603
Minerai de manganèse	13	1.110
Fer chromé	3.083	311.114
Minerai d'antimoine	1.270	472.724
— de cobalt	2	252
— d'étain	193	195.505
Alunite	876	86.959
Opale	90kg	143.350
Queensland.		
Houille	275.036	2.890.035
Minerai de cuivre	422	241.658
Minerai d'argent (exporté)	136	47.288
Argent	5.696kg	556.782
Quartz aurifère (exporté)	34tm	10.895
Or	21.133kg	59.980.423
Minerai d'étain	2.917tm	2.579.426
— de wolfram	107	17.906
— d'antimoine	28	7.062
— de bismuth	66	158.129
Plomb	458	110.211
Manganèse	142	10.088
Pierres précieuses	»	363.597

	QUANTITÉS	VALEURS
Victoria.	tonn. métr.	francs
Houille	174.407	2.395.900
Lignite	3.571	50.642
Plomb (en saumons) (exporté)	93	18.511
Or	20.951^{kg}	67.960.838
Minerai de cuivre	492^{tm}	372.298
Minerai d'étain	61	57.653
Minerai d'antimoine et régule	36	4.489
Sel (exporté)	50	3.354
Australie du Sud.		
Houille (exportée)	19	277
Minerai de cuivre (exporté)	314	49.507
Cuivre (exporté)	5.023	5.261.876
Plomb (exporté)	4	857
Or	1.052^{kg}	3.241.173
Minerai de manganèse (exporté)	177^{tm}	13.039
Argent (exporté)	31^{kg}	3.329
Zinc (exporté)	46^{tm}	14.602
Sel (exporté)	7.747	278.605
Australie Occidentale.		
Or	6.442^{kg}	19.850.637
Minerai d'étain	396^{tm}	385.210
Perles	»	630.500
Tasmanie.		
Houille	31.417	332.500
Minerai de cuivre	127	126.100
— de plomb argentifère	21.401	7.390.544
— d'étain	4.353	3.956.135
Nickel	138	13.720
Or	1.806^{kg}	5.686.732
Nouvelle-Zélande.		
Houille	731.059^{tm}	9.073.475
Coke (exporté)	109	4.035
Argent	1.685^{kg}	168.898
Or	6.892	22.391.300
Minerai d'antimoine	45^{tm}	19.192
Minerai de manganèse	543	29.154

(Extrait des *Mineral Statistics of the United Kingdom of Great Britain for the year* 1895.)

PRODUCTION MINÉRALE DES COLONIES ANGLAISES DE L'AFRIQUE EN 1894.

	QUANTITÉS	VALEURS
Natal.		
	tonn. metr.	francs
Houille	153.944	1.910.667
Minerai de plomb argentifère (exp.)	2.021	740.913
Or	3kg,5	10.063
Cap de Bonne-Espérance.		
Houille	70.805	1.335.828
Minerai de cuivre	34.830	8.125.405
Or (exporté) (*)	64.257kg	180.255.000
Sel (exporté)	407tm	19.344
Diamants	2.737.794carats	84.503.015
Crocidolite (exportée)	9.820kg	24.211
Amiante (exporté)	485.573kg	202.491
Côte d'Or.		
Or et poudre d'or	663kg	1.936.795

(Extrait des *Mineral Statistics of the United Kingdom of Great Britain for the year* 1895.)

(*) Il s'agit là, évidemment. bien que la Statistique anglaise ne le dise pas, d'or simplement exporté par le Cap, et provenant pour la presque totalité du Transvaal.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 16 février 1897, portant déclaration d'intérêt public et fixation d'un périmètre de protection pour la source minérale n° 1, dite des VIEUX-BAINS, *commune de* HAMMAM-BOU-HADJAR (Algérie).

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de l'intérieur, d'après les propositions du gouverneur général de l'Algérie;

Vu l'avis administratif publié, à la date du 14 avril 1895, par le préfet du département d'Oran et annonçant que, conformément à la loi du 14 juillet 1856 et au décret du 8 septembre suivant, loi et décret promulgués en Algérie le 21 décembre 1864, une enquête d'un mois est ouverte en vue de faire prononcer la déclaration d'intérêt public de la source minérale des « Vieux-Bains » émergeant sur le lot communal n° 106 *bis* de la commune de Hammam-Bou-Hadjar et d'attribuer à ladite source un périmètre de protection ;

Vu les plans et mémoires à l'appui et les pièces de l'enquête à laquelle il a été procédé ;

Vu toutes les pièces de l'instruction à laquelle cette demande a été soumise, conformément aux prescriptions du décret du 8 septembre 1856;

Vu l'ordonnance royale du 18 juin 1823, la loi du 14 juillet 1856, le décret du 8 septembre 1856, l'arrêté du chef du pouvoir exécutif du 30 août 1871 et les décrets des 11 avril 1888 et 5 janvier 1889 (*) ;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1er. — La source minérale n° 1, dite des « Vieux-Bains »,

(*) Volume de 1856. p. 103 et 217 ; de 1871, p. 81 ; de 1888, p. 155 ; de 1889, p. 281.

située sur le lot communal n° 106 *bis* de la commune de Hammam Bou-Hadjar, arrondissement d'Oran (Algérie), est déclarée d'intérêt public.

Art. 2. — Un périmètre de protection, d'une étendue superficielle de 99 ares, 97 centiares, 50, comprenant une partie du lot n° 106 *bis* et désigné par les lettres A, P, C, Q, sur le plan au millième soumis à l'enquête, est attribué à la source n° 1, dite des « Vieux-Bains ».

Art. 3. — Des bornes seront placées aux quatre angles du périmètre précité. Le bornage aura lieu à la diligence du préfet et en présence de l'ingénieur en chef des mines du département, qui dressera procès-verbal de l'opération.

Art. 4. — Le présent décret sera publié et affiché, à la diligence du préfet, dans la commune de Hammam-Bou-Hadjar et dans les chefs-lieux de canton de l'arrondissement d'Oran.

Art. 5. — Le ministre de l'intérieur et le gouverneur général de l'Algérie sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et inséré au *Bulletin des lois.*

Fait à Paris, le 16 février 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre de l'intérieur,

Louis BARTHOU.

Décret du Président de la République, du 21 février 1897, édictant un nouveau règlement en vue de prévenir les abordages en mer.

RAPPORT

AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 21 février 1897.

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de soumettre ci-joints à votre haute sanction des projets de décret et de règlement ayant pour objet de prévenir les abordages en mer.

Le règlement dont il s'agit, destiné à remplacer celui du

1er septembre 1884 (*), reproduit les dispositions arrêtées, à la fin de 1889, par la conférence maritime internationale de Washington, et auxquelles un certain nombre d'amendements ont d'ailleurs été apportés depuis cette époque, d'un commun accord entre les puissances intéressées.

Plusieurs gouvernements ayant déjà adopté ces dispositions pour être appliquées à la date du 1er juillet 1897, le moment me paraît venu de prendre, en ce qui nous concerne, des mesures analogues.

Toutefois, l'entente n'ayant pu encore s'établir sur la question des feux des bateaux de pêche, l'article 9 a été réservé.

Dans ces conditions, j'ai pensé qu'il y avait lieu de maintenir en vigueur, à titre provisoire, les dispositions de l'article 10 du règlement du 1er septembre 1884, mais seulement en ce qui concerne les bateaux de pêche.

En outre, il m'a semblé utile de prévoir l'éclairage des chalutiers, qui, actuellement, n'est l'objet en France d'aucune réglementation spéciale.

Je vous prie d'agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon respectueux dévouement.

Le Ministre de la marine,
G. Besnard.

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre de la marine,

Vu la loi des 9 et 13 août 1791 ;

Vu l'article 225 du code de commerce;

Vu les décrets des 28 mai 1858, 25 octobre 1862, 26 mai 1869, 28 octobre 1873, 4 novembre 1879 et 1er septembre 1884 ;

Le comité des inspecteurs généraux entendu,

Décrète :

Art. 1er. — A partir du 1er juillet 1897, les bâtiments de la marine nationale, ainsi que les navires du commerce français, auront à se conformer au règlement ayant pour objet de prévenir les abordages, annexé au présent décret.

Art. 2. — A compter de cette même date du 1er juillet 1897, le décret et le règlement du 1er septembre 1884 sur la matière sont abrogés. Toutefois, l'article 10 dudit règlement reste provisoire-

(*) Volume de 1893, p. 556.

ment en vigueur, mais seulement en ce qui concerne les bateaux de pêche.

Art. 3. — Le ministre de la marine est chargé de l'exécution du présent décret.

Fait à Paris, le 21 février 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre de la marine,

G. BESNARD.

RÈGLEMENT

AYANT POUR OBJET DE PRÉVENIR LES ABORDAGES EN MER (DU 21 FÉVRIER 1897).

PRÉLIMINAIRES.

Mise en vigueur.

A partir du 1er juillet 1897, le présent règlement devra être suivi par tous les navires de la marine nationale et par ceux du commerce dans les hautes mers et dans toutes les eaux attenantes accessibles aux bâtiments de mer (*).

Définitions. — Navires à voiles. — Navires à vapeur.

Dans les règles ci-après, tout navire à vapeur qui marche à la voile, et non à la vapeur, doit être considéré comme un navire à voiles, et tout navire qui marche à la vapeur, qu'il porte ou non des voiles, doit être considéré comme un navire à vapeur.

Le mot navire à vapeur doit comprendre tout navire mû par une machine.

Un navire fait route ou est en marche, dans le sens de ces règles, lorsqu'il n'est ni à l'ancre, ni amarré à terre, ni échoué.

RÈGLES CONCERNANT LES FEUX, ETC.

Visibilité.

Le mot visible, dans ces règles, lorsqu'il s'applique à des feux, veut dire visible par une nuit noire, avec une atmosphère pure.

(*) Voir décret du 20 novembre 1893 (art. 2) relatif à l'éclairage des bateaux naviguant sur fleuves et rivières (Volume de 1893, p. 530).

Feux.

Art. 1er. — Les règles concernant les feux doivent être observées par tous les temps, du coucher au lever du soleil, et pendant cet intervalle on ne doit montrer aucun autre feu pouvant être pris pour un des feux prescrits.

Feux que doivent porter les bâtiments à vapeur.

Art. 2. — Un navire à vapeur faisant route doit porter :

a) Au mât de misaine ou en avant de ce mât, ou bien, si le navire n'a pas de mât de misaine, sur la partie avant du navire, à une hauteur au-dessus du plat-bord qui ne soit pas inférieure à 6m,10, et, si la largeur du navire dépasse 6m,10, à une hauteur au-dessus du plat-bord au moins égale à cette largeur, sans qu'il soit néanmoins nécessaire que cette hauteur au-dessus du plat-bord dépasse 12m,19, un feu blanc brillant, disposé de manière à montrer une lumière ininterrompue sur tout le parcours d'un arc de l'horizon de 20 quarts ou rumbs du compas, soit 10 quarts ou rumbs de chaque côté du navire, c'est-à-dire depuis l'avant jusqu'à 2 quarts sur l'arrière du travers de chaque bord ; ce feu doit être visible d'une distance d'au moins 5 milles ;

b) A tribord, un feu vert établi de manière à projeter une lumière ininterrompue sur tout le parcours d'un arc de l'horizon de 10 quarts ou rumbs du compas, c'est-à-dire depuis l'avant jusqu'à 2 quarts sur l'arrière du travers à tribord ; ce feu doit être visible d'une distance d'au moins 2 milles;

c) A bâbord, un feu rouge établi de manière à projeter une lumière ininterrompue sur tout le parcours d'un arc de l'horizon de 10 quarts ou rumbs du compas, c'est-à-dire depuis l'avant jusqu'à 2 quarts sur l'arrière du travers à bâbord ; ce feu doit être visible d'une distance d'au moins 2 milles :

d) Lesdits feux de côté vert et rouge doivent être munis, du côté du bâtiment, d'écrans s'avançant au moins 91 centimètres en avant du feu, de telle sorte que leur lumière ne puisse pas être aperçue de tribord devant pour le feu rouge, et de bâbord devant pour le feu vert;

e) Un navire à vapeur faisant route peut porter un feu blanc additionnel de même construction que le feu mentionné au paragraphe *a*. Ces deux feux devront être placés dans le plan longitudinal, de manière que l'un soit plus élevé que l'autre d'au moins 4m,57, et dans une position telle l'un par rapport à l'autre, que le feu inférieur soit sur l'avant du feu supérieur. La distanceverticale entre ces feux devra être moindre que leur distance horizontale.

Feux des navires à vapeur remorquant.

Art. 3. — Tout navire à vapeur remorquant un autre navire doit porter, outre ses feux de côté, deux feux blancs brillants, placés verticalement à 1m,83 au moins l'un de l'autre, et, lorsqu'il remorque plus d'un

navire, il doit porter un feu blanc brillant additionnel à 1m,83 au-dessus ou au-dessous des deux précédents, si la longueur de la remorque, mesurée entre l'arrière du remorqueur et l'arrière du dernier navire remorqué, dépasse 183 mètres. Chacun de ces feux doit être de la même construction, du même caractère et placé dans la même position que le feu blanc mentionné à l'article 2, *a*), à l'exception du feu additionnel qui peut être à une hauteur de 4m,27 au moins au-dessus du plat-bord.

Le remorqueur peut porter, en arrière de sa cheminée ou de son mât de l'arrière, un petit feu blanc sur lequel gouverne le bâtiment remorqué ; mais ce feu ne doit pas être visible sur l'avant du travers du remorqueur.

Signaux de jour et de nuit à bord des navires qui ne sont pas maîtres de leur manœuvre.

Art. 4. — *a*) Un navire qui, pour une cause accidentelle, n'est pas maître de sa manœuvre, doit, pendant la nuit, porter à la même hauteur que le feu blanc mentionné à l'article 2, *a*), à l'endroit où ils seront le plus apparents, et, si ce navire est à vapeur, à la place de ce dernier feu, deux feux rouges disposés verticalement à une distance l'un de l'autre d'au moins 1m,83 et d'une intensité suffisante pour être visibles, tout autour de l'horizon, d'une distance d'au moins 2 milles ; pendant le jour, ce même navire devra porter sur une ligne verticale et à 1m,83 au moins de distance l'un de l'autre, dans l'endroit où ils seront le plus apparents, deux ballons, ou marques, noirs de 61 centimètres de diamètre chacun ;

b) Un navire employé à poser ou à relever un câble télégraphique doit porter, dans la même position que le feu blanc mentionné à l'article 2, *a*), et, si c'est un navire à vapeur, à la place assignée à ce feu, trois feux placés sur une ligne verticale, à 1m,83 au moins l'un de l'autre. Le feu supérieur et le feu inférieur seront rouges, le feu du milieu blanc ; ils auront une intensité suffisante pour être visibles sur tout l'horizon d'une distance d'au moins 2 milles. De jour, il devra porter, sur une même ligne verticale, à 1m,83 au moins l'une de l'autre, et placées dans l'endroit le plus apparent, trois marques de 61 centimètres au moins de diamètre chacune, dont la plus haute et la plus basse seront de forme sphérique et de couleur rouge, celle du milieu de forme biconique et de couleur blanche ;

c) Les navires dont il est question dans le présent article ne portent pas de feux de côté quand ils n'ont aucun sillage, mais ils doivent en avoir, s'ils ont de l'erre ;

d) Les feux et les marques de jour prescrits par le présent article doivent être regardés par les autres navires comme des signaux indiquant que le bâtiment qui les montre n'est pas maître de sa manœuvre et ne peut, par conséquent, pas s'écarter de sa route.

Ces signaux ne sont pas des signaux de navires en détresse et demandant assistance ; ces derniers signaux sont spécifiés à l'article 31.

Feux des navires à voiles.

Art. 5. — Tout navire à voiles qui fait route et tout navire remorqué doivent porter les feux prescrits à l'article 2 pour un navire à vapeur faisant route, à l'exception des feux blancs mentionnés dans ledit article, qu'ils ne doivent jamais porter.

Feux exceptionnels pour les petits navires.

Art. 6. — Toutes les fois que les feux de côté, vert et rouge, ne peuvent être fixés, à leur poste comme cela a lieu à bord des petits bâtiments faisant route par mauvais temps, ces feux doivent être tenus sous la main, allumés et prêts à être montrés: si l'on s'approche d'un autre bâtiment ou si l'on en voit un qui s'approche, on doit montrer ces feux à leur bord respectif suffisamment à temps pour prévenir la collision, de telle sorte qu'ils soient bien apparents et que le feu vert ne puisse pas être aperçu de bâbord, ni le feu rouge de tribord, et, s'il est possible, de telle sorte qu'ils ne puissent être vus au-delà de 2 quarts sur l'arrière du travers de leur bord respectif.

Afin de rendre plus facile et plus sûr l'emploi de ces feux portatifs, les fanaux doivent être peints extérieurement de la couleur du feu qu'ils contiennent respectivement et doivent être munis d'écrans convenables.

Feux des petits bâtiments et des embarcations.

Art. 7. — Les navires à vapeur de moins de 40 tonneaux de jauge brute et les navires marchant à l'aviron ou à la voile de moins de 20 tonneaux de jauge brute, ainsi que les embarcations à l'aviron, lorsqu'ils font route, ne sont pas astreints à porter les feux mentionnés à l'article 2, *a*), *b*) et *c*); mais, s'ils ne les portent pas, ils doivent être pourvus des feux suivants :

1° Les navires à vapeur de moins de 40 tonneaux doivent porter :

a) Sur la partie avant du navire, soit sur la cheminée, soit en avant de celle-ci, à l'endroit où il sera le plus apparent et à $2^m,74$ au moins au-dessus du plat-bord, un feu blanc brillant construit et fixé comme il est prescrit à l'article 2, *a*) et d'une intensité suffisante pour être visible d'une distance d'au moins 2 milles;

b) Des feux de côté, vert et rouge, construits et fixés comme il est prescrit à l'article 2, *b*) et *c*), et d'une intensité suffisante pour être visibles d'une distance d'au moins 1 mille, ou un fanal combiné pour montrer un feu vert et un feu rouge depuis l'avant jusqu'à 2 quarts sur l'arrière du travers de leur bord respectif. Ce fanal ne doit pas être à moins de 91 centimètres au-dessous du feu blanc;

2° Les petits navires à vapeur, tels que les embarcations que portent les bâtiments de mer, peuvent placer le feu blanc à moins de $2^m,74$ au-dessus du plat-bord, mais ce feu doit être au-dessus du fanal combiné mentionné au paragraphe 1, *b*);

3° Les petits navires, à l'aviron ou à la voile, de moins de 20 tonneaux, doivent avoir prêt, sous la main, un fanal muni d'une glace verte d'un côté et d'une glace rouge de l'autre côté, et, s'ils s'approchent d'un autre navire ou s'ils en voient un s'approcher, ils doivent montrer ce fanal assez à temps pour prévenir une collision, de telle sorte que le feu vert ne puisse être aperçu de bâbord, ni le feu rouge de tribord;

4° Les embarcations à rames, lorsqu'elles marchent à l'aviron ou à la voile, doivent avoir prêt sous la main un fanal à feu blanc, qui sera montré temporairement assez à temps pour prévenir une collision.

Les navires dont il est question dans cet article ne sont pas obligés de porter les feux prescrits par l'article 4, *a*) et par l'article 11, dernier paragraphe.

Feux des bateaux-pilotes.

Art. 8. — Les bateaux-pilotes, quand ils sont en service à leur station de pilotage, ne doivent pas porter les feux exigés des autres navires; ils doivent avoir en tête de mât un feu blanc visible tout autour de l'horizon et montrer un ou plusieurs feux provisoires d'une nature quelconque (*flare-up*) à de courts intervalles ne dépassant jamais quinze minutes.

S'ils s'approchent d'un autre navire ou s'ils en voient un s'approcher, ils doivent avoir leurs feux de côté allumés, prêts à servir, mais couverts, et les démasquer et les remasquer à de courts intervalles, pour indiquer la direction de leur cap ; mais le feu vert ne doit pas paraître du côté de bâbord, ni le feu rouge du côté de tribord.

Un bateau-pilote, de la catégorie de ceux qui sont obligés d'accoster un navire pour mettre un pilote à bord, peut montrer le feu blanc au lieu de le porter en tête de mât et peut, au lieu des feux de couleur ci-dessus mentionnés, avoir sous la main, prêt à servir, un fanal muni d'une glace verte d'un côté, et d'une glace rouge de l'autre côté, et l'employer comme il est dit plus haut.

Les bateaux-pilotes, lorsqu'ils ne sont pas à leur station occupés à un service de pilotage, doivent porter des feux semblables à ceux des autres navires de leur tonnage.

Feux des bateaux de pêche.

Art. 9 (*). — Réservé.

(*) *Dispositions provisoires.*

Une entente internationale n'ayant pu encore s'établir en vue de la réglementation définitive de l'éclairage des bateaux de pêche, les dispositions de l'article 10 du règlement du 1er septembre 1884, ci-dessous reproduites, resteront en vigueur jusqu'à nouvel avis, mais seulement en ce qui a trait aux bateaux de pêche :

Art. 10 du règlement du 1er septembre 1884. — Les embarcations non

Navire rattrapé par un autre.

Art. 10. — Un navire qui est rattrapé par un autre doit montrer à celui-ci, de la partie arrière du navire, un feu blanc ou un feu provisoire d'une nature quelconque (*flare-up*).

Le feu blanc mentionné dans cet article peut être fixe et placé dans

---

pontées et les bateaux de pêche de moins de 20 tonneaux (jauge nette) étant en marche, sans avoir leurs filets, chaluts, dragues ou lignes à l'eau, ne seront pas obligés de porter les feux de couleur de côté; mais, dans ce cas, chaque embarcation ou chaque bateau devra, en leurs lieu et place, avoir prêt sous la main un fanal muni sur l'un des côtés d'un verre vert, et sur l'autre d'un vert rouge; et, s'il approche d'un navire ou s'il en voit s'approcher un, il devra montrer ce fanal assez à temps pour prévenir un abordage, et de manière que le feu vert ne soit pas vu sur le côté de bâbord, ni le feu rouge sur le côté de tribord.

(La partie suivante de cet article s'applique seulement aux bateaux et embarcations de pêche, au large de la côte d'Europe, dans le nord du cap Finistère.)

A) Tous les bateaux et toutes les embarcations de pêche de 20 tonneaux (jauge nette) et au-dessus, lorsqu'ils sont en marche et ne se trouvent pas dans l'un des cas où ils ont à montrer les feux désignés par les prescriptions suivantes de cet article, doivent porter et montrer les mêmes feux que les autres bâtiments en marche.

B) Tous les bateaux qui seront en pêche avec des filets flottants ou dérivants devront montrer deux feux blancs placés de manière qu'ils soient le plus visibles possible. Ces feux seront disposés de façon que leur écartement vertical soit de 1^m,80 au moins et de 3 mètres au plus, et de manière aussi que leur écartement horizontal, mesuré dans le sens de la quille du navire, soit de 1^m,50 au moins et de 3 mètres au plus. Le feu inférieur devra être le plus sur l'avant, et les deux feux devront être placés de telle sorte qu'ils puissent être aperçus de tous les points de l'horizon, par nuit noire, avec atmosphère pure, à une distance de 3 milles au moins.

C) Un bateau pêchant à la ligne et ayant ses lignes dehors devra porter les mêmes feux qu'un bateau en pêche avec des filets flottants ou dérivants.

D) Si un bateau en pêche devient stationnaire par suite d'un engagement de son appareil de pêche dans un rocher ou tout autre obstacle, il devra montrer le feu blanc et faire le signal de brume d'un bâtiment au mouillage.

E) Les bateaux de pêche et les embarcations non pontées peuvent, en toute circonstance, faire usage d'un feu intermittent (c'est-à-dire alternativement montré et caché), en plus des autres feux exigés par cet article. Tous les feux intermittents montrés par un bateau qui cha-

un fanal ; mais, dans ce cas, le fanal doit être muni d'écrans et disposé de telle sorte qu'il projette une lumière non interrompue sur un arc de l'horizon de 12 rumbs ou quarts du compas, soit 6 rumbs de chaque bord à partir de l'arrière ; ce feu doit être visible au moins 1 mille et placé autant que possible à la même hauteur que les feux de côté.

Feux des bâtiments au mouillage.

Art. 11. — Un navire de moins de 45m,72 de longueur, lorsqu'il est au mouillage, doit porter à l'avant, dans l'endroit où il peut être le plus

---

lute, drague ou pêche avec un filet à drague quelconque, devront être montrés de l'arrière du bateau.

Toutefois, si le bateau est tenu par l'arrière à son chalut, à sa drague ou à son filet à drague, le feu intermittent devra être montré de l'avant.

F) Chaque bateau de pêche ou embarcation non pontée étant à l'ancre, entre le coucher et le lever du soleil, devra montrer un feu blanc visible tout autour de l'horizon, à une distance de 1 mille au moins.

G) Par temps de brume, un bateau en pêche avec des filets flottants ou dérivants et attaché à ses filets, un bateau chalutant, draguant ou pêchant avec des filets à drague quelconques, un bateau pêchant à la ligne et ayant ses lignes dehors, devra, à intervalles de deux minutes au plus, sonner alternativement du cornet de brume et de la cloche.

Eclairage des chalutiers.

En ce qui concerne les chalutiers, en attendant la réglementation définitive à intervenir, leur éclairage est réglé comme suit :

Les navires pêchant au chalut, c'est-à-dire avec un appareil draguant le fond de la mer, doivent :

1° Si ce sont des navires à vapeur, porter, dans la même position que le feu blanc mentionné à l'article 2, *a*), un fanal tricolore construit et fixé de manière à montrer à la fois une lumière blanche depuis l'avant jusqu'à 2 quarts de chaque bord, une lumière verte à tribord et une lumière rouge à bâbord, depuis deux quarts à partir de l'avant jusqu'à 2 quarts sur l'arrière du travers de leur bord respectif, et porter en outre, à 1m,83 au moins et 3m,66 au plus au-dessous de ce feu tricolore, un feu blanc dans un fanal construit de façon à projeter une lumière claire, uniforme et sans interruption tout autour de l'horizon ;

2° Si ce sont des navires à voiles, ils doivent porter un feu blanc dans un fanal construit et fixé de manière à projeter une lumière claire, uniforme et sans interruption tout autour de l'horizon ; ils pourront aussi, lorsqu'ils s'approcheront d'un autre bâtiment ou lorsqu'ils en verront un s'approcher, brûler une torche assez à temps pour prévenir une collision.

Tous les feux mentionnés aux paragraphes 1° et 2° ci-dessus doivent être visibles d'une distance d'au moins 2 milles.

apparent, mais à une hauteur n'excédant pas 6^m,10 au-dessus du plat-bord, un feu blanc dans un fanal disposé de manière à projeter tout autour de l'horizon une lumière claire, uniforme et non interrompue à une distance d'au moins 1 mille.

Un navire de 45^m,72 ou plus de longueur, lorsqu'il est au mouillage, doit porter à la partie avant, à une hauteur au-dessus du plat-bord de 6^m,10 au moins et de 12^m,19 au plus, un feu semblable à celui qui a été mentionné dans le paragraphe précédent, et à l'arrière ou près de l'arrière un second feu pareil, qui doit être à une hauteur telle qu'il ne se trouve pas à moins de 4^m,57 plus bas que le feu de l'avant.

On prendra pour la longueur du navire celle qui est donnée par son certificat d'inscription ou d'immatriculation.

Tout navire échoué dans un chenal ou près d'un chenal doit porter le feu ou les feux mentionnés ci-dessus, ainsi que les deux feux rouges prescrits par l'article 4, *a*).

Feux provisoires et signaux pour appeler l'attention.

Art. 12. — Tout navire peut, s'il le juge nécessaire pour appeler l'attention, montrer, en plus des feux prescrits par les présentes règles, un feu provisoire d'une nature quelconque (*flare-up*) ou faire usage de tout signal détonant ne pouvant être pris pour un signal de détresse.

Feux de position ou de signaux.

Art. 13. — Les présentes règles ne doivent en rien gêner la mise à exécution des prescriptions spéciales édictées par un gouvernement quelconque, quant à un plus grand nombre de feux de position ou de signaux à mettre à bord des bâtiments de guerre au nombre de deux ou davantage, ainsi qu'à bord des bâtiments à voiles naviguant en convoi, non plus que l'emploi des signaux de reconnaissance adoptés par les armateurs avec l'autorisation de leurs gouvernements respectifs et dûment enregistrés et publiés.

Navire à vapeur faisant route à la voile seule.

Art. 14. — Tout navire à vapeur faisant route à la voile seulement, mais ayant sa cheminée dressée, doit porter de jour, à l'avant, à l'endroit où il sera le plus apparent, un ballon noir ou une marque noire de 61 centimètres de diamètre.

SIGNAUX PHONIQUES POUR LA BRUME, ETC.

Signaux phoniques de brume, de brouillard ou de neige.

Art. 15. — Tous les signaux prescrits par le présent article pour les navires faisant route devront être produits :

1° A bord des *navires à vapeur*, au moyen du sifflet ou de la sirène;

2° A bord des *navires à voiles* et des *navires remorqués*, au moyen du cornet de brume.

Les mots « son prolongé » employés dans cet article signifient un son de quatre à six secondes de durée.

Tout navire à vapeur doit être pourvu d'un sifflet ou d'une sirène d'une sonorité suffisante, actionné par la vapeur ou par tout autre moteur pouvant la remplacer et placé de telle sorte que le son ne puisse être arrêté par aucun obstacle; il doit aussi être pourvu d'un cornet de brume actionné mécaniquement ainsi que d'une cloche, l'un et l'autre suffisamment puissants.

[Dans tous les cas où les présentes règles prescrivent une cloche, on peut se servir d'un tambour à bord des navires turcs, ou d'un gong, lorsque ces objets sont en usage à bord des petits navires de mer.]

Tout navire à voiles d'un tonnage brut de 20 tonneaux et au dessus doit avoir un cornet de brume et une cloche semblables.

Par les temps de brume, de brouillard, de bruine, de neige, ou pendant les forts grains de pluie, tant de jour que de nuit, les signaux décrits dans le présent article seront employés comme il suit :

a) Tout navire à vapeur ayant de l'erre doit faire entendre un son prolongé à des intervalles de deux minutes au plus;

b) Tout navire à vapeur en route, mais stoppé et n'ayant pas d'erre, doit faire entendre, à des intervalles ne dépassant pas deux minutes, *deux* sons prolongés séparés par un intervalle d'une seconde environ;

c) Tout navire à voiles faisant route doit faire entendre, à des intervalles n'excédant pas une minute, *un* son quand il est tribord amures, *deux* sons consécutifs quand il est bâbord amures, et *trois* sons consécutifs quand il a le vent de l'arrière du travers;

d) Tout navire au mouillage doit sonner la cloche rapidement pendant cinq secondes environ à des intervalles n'excédant pas une minute;

e) Tout navire qui remorque, tout navire employé à poser ou à lever un câble télégraphique, tout navire faisant route et ne pouvant se déranger de la route d'un navire qui s'approche, parce qu'il n'est pas maître de sa manœuvre ou qu'il ne peut manœuvrer comme l'exige ce règlement, devra, au lieu des signaux prescrits aux paragraphes *a*) et *c*) du présent article, faire entendre, à des intervalles ne dépassant pas deux minutes, trois sons consécutifs, savoir : un son prolongé suivi de deux sons brefs. Un navire remorqué peut faire ce signal, mais il n'en fera pas d'autre.

Les navires à voiles et embarcations d'un tonnage brut de moins de 20 tonneaux ne sont pas astreints à faire les signaux mentionnés ci-dessus; mais, s'ils ne les font pas, ils doivent faire tout autre signal phonique d'une intensité suffisante à des intervalles ne dépassant pas une minute.

LA VITESSE DES NAVIRES DOIT ÊTRE MODÉRÉE PAR TEMPS DE BRUME, ETC.

Vitesse modérée en temps de brume, de brouillard, etc.

Art. 16. — Tout navire, par temps de brume, de brouillard, de bruine, de neige, ou pendant les forts grains de pluie, doit aller à une vitesse modérée, en tenant attentivement compte des circonstances et des conditions existantes.

Tout navire à vapeur, en entendant, dans une direction qui lui paraît être sur l'avant de son travers, le signal de brume d'un navire dont la position est incertaine, doit, autant que les circonstances du cas le comportent, stopper sa machine et ensuite naviguer avec précaution jusqu'à ce que le danger de collision soit passé.

RÈGLES DE BARRE ET DE ROUTE. — PRÉLIMINAIRES. — RISQUE DE COLLISION.

Constatation du risque de collision.

Le risque de collision peut, quand les circonstances le permettent, être constaté par l'observation attentive du relèvement au compas d'un navire qui s'approche. Si ce relèvement ne change pas d'une façon appréciable, on doit en conclure que ce risque existe.

Entre deux navires à voiles.

Art. 17. — Lorsque deux navires à voiles s'approchent l'un de l'autre, de manière à faire craindre une collision, l'un d'eux doit s'écarter de la route de l'autre comme il suit, savoir :

a) Tout navire courant largue doit s'écarter de la route d'un navire qui est au plus près ;

b) Tout navire qui court au plus près bâbord amures doit s'écarter de la route d'un navire qui est au plus près tribord amures ;

c) Lorsque deux navires courent largue avec le vent de bords opposés, celui qui reçoit le vent de bâbord doit s'écarter de la route de l'autre ;

d) Lorsque deux navires courent largue avec le vent du même bord, celui qui est au vent doit s'écarter de la route de celui qui est sous le vent ;

e) Tout navire vent arrière doit s'écarter de la route d'un autre navire.

Entre deux navires à vapeur.

Art. 18. — Lorsque deux navires marchant à la vapeur font des routes directement opposées, ou à peu près opposées, de manière à faire craindre une collision, chacun d'eux doit venir sur tribord de manière à passer par bâbord l'un de l'autre.

Cet article ne s'applique qu'aux cas où les navires ont le cap l'un sur l'autre ou presque l'un sur l'autre, en suivant les directions opposées, de telle sorte que la collision soit à craindre : il ne s'applique pas à deux navires qui, s'ils continuent leurs routes respectives se croiseront sûrement sans se toucher.

Les seuls cas que vise cet article sont ceux dans lesquels chacun des deux bâtiments a le cap sur l'autre, en d'autres termes, les cas dans lesquels, pendant le jour, chaque bâtiment voit les mâts de l'autre navire l'un par l'autre ou à très peu près l'un par l'autre et tout à fait ou à très peu près dans le prolongement de son cap ; et, pendant la nuit, le cas où chaque bâtiment est placé de manière à voir à la fois les deux feux de côté de l'autre.

Il ne s'applique pas au cas où, pendant le jour, un bâtiment en aperçoit un autre droit devant lui et coupant sa route, ni au cas où, pendant la nuit, chaque bâtiment présentant son feu rouge voit le feu de même couleur de l'autre, où chaque bâtiment présentant son feu vert voit le feu de même couleur de l'autre, ni au cas où un bâtiment aperçoit droit devant lui un feu rouge sans voir de feu vert, ou aperçoit droit devant lui un feu vert sans voir de feu rouge, enfin ni au cas où un bâtiment aperçoit à la fois un feu vert et un feu rouge dans toute autre direction que droit devant ou à peu près.

Entre deux navires à vapeur se croisant.

Art. 19. — Lorsque deux navires marchant à la vapeur font des routes qui se croisent de manière à faire craindre une collision, le bâtiment qui voit l'autre par tribord doit s'écarter de la route de cet autre navire.

Entre un navire à voiles et un navire à vapeur.

Art. 20. — Lorsque deux navires, l'un à vapeur, l'autre à voiles, courent de manière à risquer de se rencontrer, le navire sous vapeur doit s'écarter de la route de celui qui est à voiles.

Interprétation.

Art. 21. — Quand, d'après les règles tracées ci-dessus, l'un des navires doit changer sa route, l'autre bâtiment doit conserver la sienne et maintenir sa vitesse.

Nota. — Il peut se faire, par suite de temps couvert ou pour d'autres causes, que deux navires viennent à se trouver tellement rapprochés l'un de l'autre que la collision ne puisse être évités par la manœuvre seule de celui qui doit laisser la route libre ; dans ce cas, l'autre navire doit faire, de son côté, telle manœuvre qu'il jugera la meilleure pour empêcher l'abordage (Voir art. 27 et 29).

Éviter de couper la route d'un bâtiment sur l'avant.

Art. 22. — Tout navire qui est tenu, d'après ces règles, de s'écarter de la route d'un autre navire, doit, si les circonstances de la rencontre le permettent, éviter de couper la route de l'autre navire sur l'avant de celui-ci.

Diminuer de vitesse, stopper et même marcher en arrière.

Art. 23. — Tout navire à vapeur qui est tenu, d'après ces règles, de s'écarter de la route d'un autre navire, doit, s'il s'approche de celui-ci, ralentir au besoin sa vitesse ou même stopper ou marcher en arrière, si les circonstances le rendent nécessaire.

Navire qui en rattrape un autre.

Art. 24. — Quelles que soient les prescriptions des articles qui précèdent, tout bâtiment qui en rattrape un autre doit s'écarter de la route de ce dernier.

Tout navire qui se rapproche d'un autre en venant d'une direction de plus de 2 quarts sur l'arrière du travers de ce dernier, c'est-à-dire qui se trouve dans une position telle, par rapport au navire qui est rattrapé qu'il ne pourrait, pendant la nuit, apercevoir aucun des feux de côté de celui-ci, doit être considéré comme un navire qui en rattrape un autre; et aucun changement ultérieur dans le relèvement entre les deux bâtiments ne pourra faire considérer le navire qui rattrape l'autre comme croisant la route de ce dernier au sens propre de ces règles, et ne pourra l'affranchir de l'obligation de s'écarter de la route du navire rattrapé jusqu'à ce qu'il l'ait tout à fait dépassé et paré.

Pendant le jour, un bâtiment qui rattrape un autre bâtiment ne pouvant pas toujours reconnaître avec certitude s'il est sur l'avant ou sur l'arrière de cette direction par rapport à ce dernier, doit, s'il y a doute, se considérer comme un navire qui en rattrape un autre et s'écarter de la route de celui-ci.

Navire à vapeur dans les passes.

Art. 25. — Dans les passes étroites, tout navire à vapeur doit, quand la prescription est d'une exécution possible et sans danger pour lui, prendre la droite du chenal ou du milieu du passage.

S'écarter de la route des bateaux de pêche.

Art. 26. — Tout navire à voiles faisant route doit s'écarter de la route des navires à voiles ou embarcations pêchant avec des filets, des lignes ou des chaluts. Cette prescription ne donne pas aux navires ou embarcations qui sont occupés à une opération de pêche le droit d'obs-

truer un chenal fréquenté par des navires autres que des navires ou embarcations de pêche.

Circonstances particulières.

Art. 27. — En suivant et en interprétant les prescriptions qui précèdent on doit tenir compte de tous les dangers de navigation et de collision, ainsi que des circonstances particulières qui peuvent forcer de s'écarter de ces règles pour éviter un danger immédiat.

SIGNAUX PHONIQUES POUR LES NAVIRES QUI S'APERÇOIVENT L'UN L'AUTRE.

Signaux phoniques pour les navires en vue.

Art. 28. — Les mots « son bref », employés dans cet article signifient un son d'environ une seconde de durée.

Lorsque des navires sont en vue l'un de l'autre, un navire à vapeur qui est en marche doit, en changeant sa route conformément à l'autorisation ou aux prescriptions de ce règlement, indiquer ce changement par les signaux suivants, faits au moyen de son sifflet ou de sa sirène, savoir :

Un son bref pour dire : « je viens sur tribord » : deux sons brefs pour dire : « Je viens sur bâbord » ; trois sons brefs pour dire : « Je marche en arrière à toute vitesse ».

OBSERVATION ABSOLUE EN TOUTES CIRCONSTANCES DES PRÉCAUTIONS ÉLÉMENTAIRES.

Observation des précautions élémentaires.

Art. 29. — Rien de ce qui est prescrit dans ces règles ne doit exonérer un navire ou son propriétaire, ou son capitaine, ou son équipage, des conséquences d'une négligence quelconque soit au sujet des feux ou des signaux, soit de la part des hommes de veille, soit enfin au sujet de toute précaution que commandent l'expérience ordinaire du marin et les circonstances particulières dans lesquelles se trouve le bâtiment.

RÉSERVE RELATIVE AUX RÈGLES DE NAVIGATION DANS LES PORTS ET A L'INTÉRIEUR DES TERRES.

Réserve des règlements des ports.

Art. 30. — Rien dans ces règles ne doit entraver l'application des règles spéciales, dûment édictées par l'autorité locale, relativement à la navigation dans une rade, dans une rivière ou dans une étendue d'eau intérieure quelconque.

SIGNAUX DE DÉTRESSE.

Signaux de détresse.

Art. 31. — Lorsqu'un bâtiment est en détresse et demande des secours à d'autres navires ou à la terre, il doit faire usage des signaux suivants, ensemble ou séparément, savoir :

Pendant le jour.

1° Coups de canon ou autres signaux explosifs tirés à intervalles d'une minute environ ;

2° Le signal de détresse du code international indiqué par les signes N C ;

3° Le signal de grande distance consistant en un pavillon carré, ayant au dessus ou au dessous un ballon ou quelque chose ressemblant à un ballon ;

4° Un son continu produit par un appareil quelconque pour signaux de brume.

Pendant la nuit.

1° Coups de canon ou autres signaux explosifs tirés à intervalles d'une minute environ ;

2° Flammes sur le navire, telles qu'on peut en produire en brûlant un baril à goudron, à huile, etc. ;

3° Fusées ou bombes projetant des étoiles de toutes couleurs et de tous genres, ces fusées ou bombes lancées une à une à de courts intervalles ;

4° Un son continu produit par un appareil quelconque pour signaux de brume.

Fait à Paris, le 21 février 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre de la marine,

G. BESNARD.

Décret du Président de la République, du 23 *février* 1897, *autorisant la réunion des mines de schistes bitumineux des* PLAMORES *et de* LA SARCELIÈRE (Allier), *du* CERVEAU *et de* LA COMAILLE (Saône-et-Loire).

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu les pétitions présentées, le 15 février 1895, par le s^r^ Ronde-

leux, gérant de la C[ie] des mines de houille et de schistes bitumineux de la Condemine, agissant au nom de cette société, à l'effet d'obtenir l'autorisation de réunir les concessions de mines de schistes bitumineux des Plamores et de la Sarcelière (Allier), du Cerveau et de la Comaille (Saône-et-Loire);

Les statuts, délibération modificative desdits statuts et autres pièces, produits à l'appui de ladite pétition;

Les avis au public, des 1[er] et 5 avril 1895;

Les numéros du *Journal officiel*, des 13 avril et 13 mai 1895, et des journaux *la Démocratie du Centre*, des 12 avril et 12 mai 1895, et l'*Union républicaine* (*de Saône-et-Loire*), des 14 avril et 13 mai 1895, dans lesquels lesdits avis ont été insérés; ensemble les certificats d'affiche et de publications;

La délibération du conseil municipal de Dracy-Saint-Loup (Saône-et-Loire), du 30 mai 1895;

Les rapports et avis des ingénieurs des mines, des 14 et 26 novembre 1895, 23 et 27 janvier 1896;

Les avis des préfets, des 14 décembre 1895 et 30 janvier 1896;

Les avis du conseil général des mines, des 6 mars 1896 et 8 janvier 1897;

Vu la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880;

Le décret du 23 octobre 1852;

Vu l'ordonnance du 31 août 1847 (*) et le décret du 2 juillet 1859 (**), portant respectivement institution et extension de la concession de la Comaille;

Le décret du 25 mai 1853 (***), portant institution de la concession de la Sarcelière;

Les décrets des 21 avril 1858 et 18 novembre 1877 (****), portant respectivement institution et extension de la concession des Plamores;

Le décret, du 1[er] août 1864 (*****), portant institution de la concession du Cerveau;

Le conseil d'État entendu,

Décrète :

Art. 1[er]. — La C[ie] des mines de houille et de schistes bitumi-

---

(*) *Annales des mines*, 2[e] volume de 1847, p. 702.
(**) Volume de 1859, p. 235.
(***) Volume de 1853, p. 145.
(****) Volumes de 1858, p. 54, et de 1877, p. 434.
(*****) Volume de 1864, p. 197.

neux de la Condemine est autorisée, sous la condition énoncée à l'article suivant, à réunir les concessions de mines de schistes bitumineux des Plamores et de la Sarcelière (Allier), du Cerveau (Saône-et-Loire), dont elle est concessionnaire ou propriétaire, et celle de la Comaille, dans ce dernier département, dont l'exploitation lui a été temporairement cédée.

Art. 2. — L'exploitation de chacune des concessions réunies devra, conformément à l'article 31 de la loi du 21 avril 1810, être tenue en activité.

Art. 3. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré, par extrait, au *Bulletin des Lois.*

Fait à Paris, le 23 février 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,

TURREL.

Décret du Président de la République, du 25 *février* 1897, *portant extension, quant au périmètre et aux substances concédées, de la concession de mines métalliques du* GRAND-CLOT (Hautes-Alpes).

(EXTRAIT.)

Art. 1er. — Il est fait concession à Mme de Grailly, propriétaire de la concession des mines de plomb sulfuré du Grand-Clot (*), des mines de plomb, cuivre, argent et autres métaux connexes comprises dans les limites ci-après définies, commune de la Grave, arrondissement de Briançon, département des Hautes-Alpes.

Art. 2. — Cette concession est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par la rive gauche de la Romanche, depuis le point F où elle rencontre la rive gauche du rif des Balmes, jusqu'au point L où elle rencontre la ligne droite EA joignant la pointe de Girose (E), l'un des sommets du périmètre de la concession du

(*) Concession instituée par décrets des 20 juillet 1807 et 7 février 1813. — Réduction de périmètre prononcée par une ordonnance du 16 septembre 1831 (*Annales des mines*, 1er volume de 1832, p. 523).

Grand-Clot, à la sommité du Javanel (A), autre sommet de ladite concession; la ligne EA formant la limite ouest de ladite concession ;

A l'*est*, par la ligne droite LE ci-dessus définie;

Au *sud*, par une ligne droite ET joignant ledit point E au point T situé sur la rive gauche du rif des Balmes, à 1.200 mètres environ au sud du point F, exactement au droit de son confluent avec un de ses affluents ;

A l'*ouest*, par la rive gauche du rif des Balmes depuis le point T jusqu'au point F de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois cent trente-six hectares (336^{ha}).

Art. 3. — Cette concession sera réunie à la concession du Grand-Clot pour ne former avec elle et sous le même nom qu'une seule et même concession, portant sur le territoire de la commune de la Grave, s'appliquant aux substances suivantes: plomb, cuivre, argent et autres métaux connexes, et qui est et demeure délimitée conformément au plan susvisé ainsi qu'il suit:

Au *nord*, par la rive gauche de la Romanche depuis le point F où elle rencontre la rive gauche du rif des Balmes jusqu'au point L où elle rencontre la ligne droite joignant la pointe de Girose à la sommité du Javanel au couchant de la Brèche, point A; puis par trois lignes droites joignant, la première ledit point L audit point A, la seconde ledit point A à la maison Rouge, point B, et la troisième ledit point B à la pointe du rocher placé à l'est du ruisseau du Collombier, point C;

A l'*est*, par une ligne droite joignant ledit point C à la sommité du pic de Chavarost, point D;

Au *sud*, par deux lignes droites joignant ledit point D à la pointe de Girose, point E, et la seconde ledit point E au point T situé sur la rive gauche du rif des Balmes, à 1.200 mètres environ au sud du point F, exactement au droit de son confluent avec un de ses affluents;

A l'*ouest*, par la rive gauche du rif des Balmes depuis ledit point T jusqu'au point F de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de six cent vingt hectares (620^{ha}).

Art. 4. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger aux substances dénommées à l'article 1[er] qui peuvent exister dans l'étendue de la concession du Grand-Clot.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit au

concessionnaire des mines du Grand-Clot, soit à une autre personne.

Art. 5. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de cinq centimes (0 fr. 05) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 6. — Le concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, qui est considéré comme en faisant partie essentielle et qui s'appliquera désormais à l'ensemble de la concession.

Art. 7. — Si le concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 8. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais du concessionnaire, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

Art. 9. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

Fait à Paris, le 25 février 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DU GRAND-CLOT,

Conforme au cahier des charges de la concession de Tama (**).

Art. 1er. — *Délai d'abornement :* Trois mois.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau :* 10 mètres.

Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer :* 10 mètres.

(*) Conforme à l'article 6 du décret du 19 janvier 1897 instituant la concession de Tama (Voir *suprà*, p. 7).

(**) Voir *suprà*, p. 10.

Décret du Président de la République, du 25 février 1897, *portant réorganisation du régime des mines en* ANNAM *et au* TONKIN.

RAPPORT

AU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.

Paris, le 25 février 1897.

Monsieur le Président,

Le décret du 16 octobre 1888 (*) sur les mines du Tonkin n'a encore reçu qu'un petit nombre d'applications. Néanmoins, l'expérience qui en a été faite a mis en évidence la nécessité de le modifier sur certains points, pour favoriser la recherche des mines et le développement de leur exploitation. Les fonctionnaires locaux ont formulé à cet égard des desiderata qui ont été examinés par le regretté gouverneur général M. Rousseau, et ont ensuite été soumis à l'appréciation du comité des travaux publics des colonies. Le projet ci-joint, élaboré par ce comité, me paraît tenir une balance égale entre les divers intérêts en présence et donner à chacun d'eux, pour le grand bien de la colonie, les légitimes satisfactions que l'on doit attendre d'un régime à la fois respectueux des droits des propriétaires du sol et soucieux de l'essor de l'industrie minérale.

Les principes essentiels de la législation antérieure ont été maintenus. Le droit de recherche sera réservé, comme par le passé, au premier occupant, et, dans les régions encore imparfaitement explorées, la propriété des mines se constituera d'une façon pour ainsi dire mécanique, du fait de la seule volonté de l'inventeur, l'administration n'ayant à y intervenir que dans le but d'assurer la protection des droits des tiers. Dans les régions, au contraire, où, l'existence des gisements étant depuis longtemps reconnue, le privilège de l'inventeur ne peut exister, la propriété des mines s'acquerra par voie d'adjudication publique.

La question s'est posée de savoir s'il convient de conserver la superposition, admise en 1888, de mines de nature différente. Évidemment, ce système peut entraîner des conflits entre exploi-

(*) Volume de 1888, p. 312.

tants opérant sur les mêmes terrains; mais il est possible de prévenir ces conflits, ou tout au moins de les soumettre à des dispositions réglementaires appropriées. D'autre part, l'institution des propriétés de mines superposées est inévitable si l'on veut conserver la catégorie spéciale des mines d'alluvion, impliquant des dispositions particulières en faveur des propriétaires du sol et ne s'étendant que jusqu'aux roches encaissantes en place. Enfin — argument qui avait été invoqué par M. Rousseau — il serait à craindre qu'un monopole attribué pour toutes les substances à une même personne ne stérilisât partiellement certaines régions renfermant des gisements de plusieurs sortes, en interdisant à tout autre la faculté d'y effectuer des recherches. Pour ces divers motifs, le comité n'a pas cru devoir modifier la situation créée par le décret de 1888, et il a admis la répartition des mines en trois catégories, susceptibles d'être superposées.

Je vais maintenant passer rapidement en revue les principales modifications introduites dans le nouveau règlement.

Le gouverneur général était déjà compétent pour décider, en cas de contestations, si la nature d'une substance donne à ces gisements le caractère légal de mines; il le sera de même, aux termes de l'article 2, pour statuer sur le classement d'une substance minérale dans l'une des trois catégories.

Les explorateurs seront affranchis de l'obligation de tenir des plans de leurs travaux (art. 7); des plans ne seront plus exigés que pour les travaux de mines.

Les périmètres de recherches que l'on avait trouvés trop restreints seront considérablement agrandis : ils pourront englober environ 5.000 hectares; mais un seul périmètre sera dévolu à un même explorateur (art. 14), et il n'en pourra détenir un second qu'à la condition de renoncer au premier. De la sorte, l'accaparement deviendra impossible, sans que la faculté de recherche se trouve restreinte d'une manière exagérée.

Pour faciliter la prise de possession de ces périmètres, on leur a donné la forme d'un cercle dont le rayon maximum sera de 4 kilomètres. Il suffira donc, pour affirmer la prise de possession, de planter un poteau au centre du cercle, en indiquant son rayon. La redevance à payer pour les trois années d'occupation spécifiées sera d'ailleurs proportionnelle à la surface. Fixée à 5 centimes par hectare, elle ne sera pas assez élevée pour décourager les prospecteurs; elle les excitera cependant à ne pas occuper des superficies trop considérables. Il est enfin clairement stipulé (art. 13) que les droits de priorité de l'explorateur courent de la

date de l'occupation inscrite sur son poteau de recherche, à la charge pour lui de remplir, dans le délai légal, toutes les autres formalités réglementaires.

Les mines acquises par prise de possession conserveront la forme rectangulaire et l'ancien minimum de 24 hectares ; mais leur étendue maximum a été considérablement augmentée. De 500 hectares, elle est portée à 2.400 pour les mines de combustible, de 100 à 600 pour les mines d'alluvion, et de 200 à 800 pour les autres mines. Pour la fixation des nouveaux maxima, il a été largement tenu compte des desiderata exprimés par la colonie.

Les redevances et taxes auxquelles les mines sont soumises doivent être assez modérées pour ne pas trop peser sur le prix de revient des substances extraites, et en même temps assez lourdes pour amener forcément l'abandon des mines inexploitées. Le décret de 1888 était, à ce point de vue, trop rigoureux ; il exigeait un premier versement, puis une redevance annuelle de 20 francs par hectare pour les mines de combustibles, 40 francs pour celles d'alluvion, et 30 francs pour les autres. A ces chiffres le présent décret en substitue d'autres beaucoup plus faibles : 1 franc par hectare pour les mines de combustibles, et 2 francs pour toutes autres mines, ces redevances étant doublées après la cinquième année, puis triplées après la dixième, de manière à ménager la mine naissante et à graduer ses charges suivant le développement normal de l'exploitation.

Dans le cas des mines acquises par voie d'adjudication publique, l'adjudication portera sur le montant de la redevance annuelle, qui ne pourra, en aucun cas, être inférieure aux chiffres ci-dessus indiqués et subira avec le temps la même progression.

Les nouvelles redevances allégeront très notablement les charges des exploitants ; elles stimuleront certainement l'esprit d'entreprise sans sacrifier l'intérêt des finances de la colonie.

De plus, pour parer aux conséquences éventuelles d'une crise industrielle, le décret reconnaît au gouverneur général (art. 49) le droit d'accorder des réductions, à raison des conditions du marché, sur les redevances, qui devront être proportionnelles à ces redevances et applicables simultanément à toutes les mines d'une substance déterminée, sans exception.

Le seul cas de déchéance inscrit au règlement est celui de non-payement de la redevance par hectare. La mine est alors mise en adjudication ; mais il ne serait pas équitable que le Trésor public

profitât de la détresse ou du malheur d'un particulier ; il a donc été spécifié (art. 53) que le prix de l'adjudication serait remis au propriétaire évincé, déduction faite des sommes dues au Trésor. Toutefois, en cas de créances inscrites sur la propriété, ce prix est consigné pour être distribué judiciairement aux créanciers qui ont acquis des droits réels sur la mine ou qui justifient avoir fourni des fonds pour sa recherche ou son exploitation. Cette disposition tend à encourager les capitaux à se porter sur l'industrie des mines, en leur offrant certaines garanties en cas de liquidation forcée. Ce système a obligé, pour les mines acquises par voie d'adjudication publique, à maintenir les redevances consenties à l'origine, car, autrement, le prix de l'adjudication motivée par la déchéance aurait pu être considéré comme répondant, dans une proportion du reste inconnue, à la réduction des taxes à payer annuellement; ces taxes étant au contraire maintenues dans leur intégralité, le prix représente bien uniquement la valeur de la mine, et il devient possible d'en faire profiter le propriétaire évincé.

L'article 55 ajoute à l'impôt de surface une taxe *ad valorem* par tonne de substances extraites des recherches ou des exploitations, et non consommées dans la colonie.

Cette taxe est fixée à 1 p. 100 pour les combustibles et minerais de fer, et à 2 p. 100 pour toutes autres substances, au lieu de 3 à 5 p. 100, chiffres du décret de 1888. Cet abaissement constitue un nouvel et très appréciable encouragement à l'industrie minière.

Les propriétaires du sol continueront à être protégés comme par le passé ; toutefois, l'achat des terrains occupés en vertu d'une autorisation administrative ne pourra être requis par eux qu'au bout de trois ans (art. 59). Cette durée est celle des permis de recherche. On a voulu ainsi éviter aux exploitants l'obligation d'acquérir les terrains qui ne leur seraient pas nécessaires ; ils n'auront à payer, pendant leur occupation temporaire, que le double du revenu que produisaient ces terrains avant l'occupation.

Enfin, les attributions respectives du gouverneur général, des résidents et des agents du service technique ont été plus nettement définies dans les divers cas qui peuvent se présenter.

Le nouveau règlement doit naturellement respecter les droits antérieurs des propriétaires des mines constituées par contrats particuliers. C'est ce qu'indique explicitement l'article 79 : mais il a paru possible de limiter cette exception aux prescriptions

concernant la superficie des mines, leur vente, leur division et leur réunion éventuelle à d'autres mines, et les redevances à payer au Trésor. Toutes les autres clauses se rapportant à des mesures de police ou n'ayant pour but que de préciser les droits des tiers pourront être appliquées sans inconvénient à cette catégorie spéciale de mines, étant entendu que celles-ci pourront, à toute époque, rentrer entièrement sous le régime du nouveau décret, moyennant une déclaration adressée au gouverneur général.

Pour les mines instituées sous le régime du décret de 1888, il n'y a pas lieu de spécifier une autre exception, car le règlement nouveau n'édicte que des dispositions plus libérales que les anciennes et plus avantageuses à la propriété minière.

Une disposition transitoire a été prévue, touchant les périmètres réservés, acquis conformément au décret de 1888.

M. le gouverneur général ayant signalé l'utilité de lui conférer le droit de suspendre l'institution des périmètres de recherche dans les provinces, considérées comme sol sacré, qui renferment les sépultures des anciens rois d'Annam, le décret lui donne satisfaction en entourant ce droit des précautions nécessaires pour qu'il n'en soit pas fait un usage insuffisamment motivé.

Tels sont les caractères essentiels du projet ci-joint qui me paraît de nature à sauvegarder tous les intérêts en cause et à favoriser le développement de l'industrie minière en Annam et au Tonkin. J'ai l'honneur de vous proposer de le revêtir de votre haute approbation.

Veuillez agréer, monsieur le Président, l'hommage de mon profond respect.

Le Ministre des colonies,
André LEBON.

Le Président de la République française,
Sur le rapport du ministre des colonies,
Vu l'article 18 du sénatus-consulte du 3 mai 1854,
Vu l'avis du comité des travaux publics des colonies,
Décrète :

TITRE I.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 1er. — Sont considérées comme mines les gîtes naturels de

substances minérales ou fossiles susceptibles d'une utilisation spéciale, à l'exception des matériaux de construction et des amendements ou engrais pour la culture des terres, qui sont laissés à la libre disposition des propriétaires du sol.

Le gouverneur général décide, en cas de contestation, si la nature d'une substance donne à ces gisements le caractère légal des mines.

Art. 2. — Les gîtes naturels de substances minérales ou fossiles sont classés en trois catégories :

1° Les couches de combustibles et substances subordonnées qui se trouvent associées dans la même formation, telles que, pour la houille, le minerai de fer carbonaté et l'argile réfractaire ;

2° Les filons ou couches de toutes autres substances minérales ;

3° Les alluvions contenant de l'or, de l'étain, des gemmes ou autres substances métalliques ou précieuses.

En cas de contestation sur la classification légale d'une substance minérale, il est statué par le gouverneur général.

Art. 3. — On peut acquérir, d'après les prescriptions du présent décret, dans une étendue déterminée, le droit d'explorer ou le droit d'exploiter les gîtes naturels de substances minérales ou fossiles.

Ces droits s'étendent indéfiniment en profondeur, dans la projection verticale de l'étendue de la surface sur laquelle ils ont été acquis, sauf pour les gîtes d'alluvion, où ils ne s'étendent que jusqu'à la roche encaissante en place.

Le droit d'exploiter une substance comprise dans l'une des catégories mentionnées à l'article précédent confère le même droit sur les autres substances appartenant à la même catégorie ; il donne, en outre, le droit de disposer des roches ou matériaux dont l'abatage est inséparable des travaux que comporte l'exploitation de la mine.

Mais des personnes distinctes peuvent acquérir le droit d'exploiter dans le même périmètre des gîtes de catégories différentes.

La recherche et l'exploitation des gîtes d'alluvion sont soumises à des règles spéciales qui font l'objet de la section IV du titre III.

TITRE II.

DES RECHERCHES DE MINES.

SECTION I.

Dispositions générales.

Art. 4. — Tout individu ou toute société peut se livrer librement à la recherche des mines dans les terrains domaniaux.

Art. 5. — Dans un terrain de propriété privée, les travaux de recherche ne peuvent être commencés, repris ou poursuivis, à défaut d'entente amiable avec le propriétaire ou le possesseur, qu'en vertu d'une autorisation du résident de la province où se trouve la mine ; cette autorisation n'est donnée qu'après que le propriétaire ou possesseur a été entendu et qu'il lui a été payé, pour l'occupation de son terrain, une indemnité fixée ainsi qu'il est dit à l'article 59.

Art. 6. — Dans le périmètre d'une mine déjà instituée, la recherche d'une mine de catégorie différente ne peut être commencée et poursuivie, à défaut d'entente amiable, entre l'explorateur et le propriétaire de mine, qu'avec l'autorisation du résident; cette autorisation n'est donnée qu'après que le propriétaire de la mine a été entendu, et sous réserve des dommages que l'explorateur est tenu de réparer.

Art. 7. — Les explorateurs sont soumis, pour l'exécution de leurs travaux, aux obligations imposées aux propriétaires de mines par les articles 56, 57, 60, 68, 69, 70, paragraphes 3 et 4, et 71.

SECTION II.

Des recherches en périmètre réservé.

Art. 8. — Dans tout terrain libre de droits antérieurs qui ne se trouve pas dans une région affectée aux adjudications publiques, tout individu ou toute société peut acquérir par priorité d'occupation un droit exclusif de recherche en périmètre réservé.

Art. 9. — Le périmètre réservé aura la forme d'un cercle ayant un rayon maximum de 4 kilomètres. L'explorateur aura le droit de faire des recherches dans toutes les parties de ce périmètre libres de droits antérieurs.

Art. 10. — L'occupation d'un périmètre réservé doit, pour

être valable, avoir été, avant toute autre, matériellement marquée et signalée sur le sol d'une façon certaine et bien apparente et d'avoir fait, dans la quinzaine de la date de l'occupation, l'objet d'une déclaration au résident de la province ou aux résidents des provinces, quand le périmètre s'étend sur deux ou plusieurs provinces, le tout ainsi qu'il sera dit aux articles suivants.

Art. 11. — Pour marquer et signaler le périmètre réservé, il doit être planté au centre du cercle un poteau-signal avec écriteau, conforme au type qui sera fixé par le gouverneur général.

L'écriteau doit faire connaître :

1° Le nom donné à la recherche;

2° Le nom de l'explorateur ;

3° La date de l'occupation ;

4° Le rayon du cercle correspondant au périmètre réservé.

Art. 12. — La déclaration de recherche doit faire connaître :

1° Le nom donné à la recherche ;

2° La situation, aussi vraie que possible, du poteau-signal, repérée, si faire se peut, à quelque point fixe ou, à défaut de point fixe, à quelque point remarquable du sol ;

3° Le rayon du cercle correspondant au périmètre réservé ;

4° Le nom et le domicile de l'explorateur ;

5° La nature de la substance recherchée ;

6° La date de l'occupation.

Il est donné récépissé de la déclaration, qui est inscrite à la date de la présentation, dans chaque résidence intéressée, sur le registre des déclarations de recherches tenus constamment à la disposition du public.

L'enregistrement n'a lieu que contre payement d'un droit fixe de 5 centimes par hectare de la superficie du périmètre indiqué.

Art. 13. — Les droits de priorité de l'explorateur courent de la date de l'occupation inscrite sur son poteau de recherche, à la condition par lui d'avoir fait enregistrer dans la quinzaine à partir de cette date la déclaration prescrite par l'article 10.

Art. 14. — Le même explorateur ne peut valablement occuper à la fois qu'un seul périmètre réservé. Pour pouvoir en occuper un second, il doit préalablement renoncer au premier par une déclaration faite à la résidence ou aux résidences des provinces sur lesquelles il s'étend.

Art. 15. — L'explorateur qui a acquis par une occupation régulière le droit de recherche en périmètre réservé doit, dans le délai de trois ans à partir de la date de cette occupation, soumettre à l'administration une demande en délivrance de la pro-

priété de la mine, conformément aux prescriptions de la section II du titre III.

A l'expiration de ce délai le terrain cesse d'être réservé.

L'explorateur déchu ne peut en reprendre possession qu'après un délai de deux ans, et si aucun autre ne s'y est établi.

Toutefois, l'instance en institution de la propriété de la mine maintient le privilège de l'explorateur jusqu'à ce qu'il ait été définitivement statué sur sa demande.

Mention de la demande en délivrance du titre de propriété doit être portée, avec sa date, sur les écriteaux prévus à l'article 11.

Art. 16. — L'explorateur dispose librement du produit de ses recherches. Les substances extraites sont soumises au droit prévu par l'article 55.

Art. 17. — L'explorateur qui cesse d'occuper un périmètre réservé est tenu d'enlever les poteaux-signaux et écriteaux qu'il a posés.

Art. 18. — Tout explorateur condamné par application de l'article 74 perd tous les droits que son occupation lui aurait conférés ; du jour de sa condamnation le terrain redevient libre pour les tiers.

TITRE III.

DE L'INSTITUTION DE LA PROPRIÉTÉ DES MINES.

SECTION I.

Dispositions générales.

Art. 19. — Le droit d'exploiter une mine s'acquiert par voie de prise de possession dans les régions qui n'ont pas été affectées aux adjudications publiques, et dans les autres par voie d'adjudication.

Art. 20. — Le gouverneur général pourra, par un arrêté qui sera immédiatement transmis à l'administration métropolitaine, décider que certaines catégories de mines ne peuvent être acquises que par voie d'adjudication publique dans les régions que définira ledit arrêté ; cette décision ne pourra préjudicier aux droits de recherche en périmètre réservé acquis antérieurement et aux droits éventuels de propriété qui en résulteraient.

Art. 21. — Les sujets ou protégés français et les sociétés françaises peuvent seuls être propriétaires, possesseurs ou exploitants de mines.

Ne sont considérées comme françaises que les sociétés constituées conformément à la loi française, qui ont fait enregistrer leurs statuts en France ou dans les colonies et pays de protectorat et dont le conseil d'administration est composé en majorité de membres français.

Toute société qui veut devenir propriétaire d'une mine, la posséder ou l'exploiter doit remettre à l'administration un exemplaire certifié de son acte de société ou de ses statuts.

Art. 22. — Les fonctionnaires et agents français en Indo-Chine ne peuvent occuper des périmètres réservés, ni posséder ou exploiter des mines, ni en acquérir la propriété par prise de possession, adjudication publique, ou par les voies de droit commun autres que la succession *ab intestat.*

Il en est de même des fonctionnaires annamites, dans le ressort de leur juridiction.

SECTION II.

De l'institution de la propriété des mines par voie de prise de possession.

Art. 23. — Nul ne peut acquérir une mine par prise de possession s'il n'en a fait au préalable l'objet d'une recherche en périmètre réservé, comme il est dit au titre II, soit par lui-même, soit par un tiers aux droits duquel il se trouve substitué.

Art. 24. — La mine dont la possession est demandée doit avoir un périmètre rectangulaire.

Le petit côté du rectangle ne peut avoir moins du quart du grand côté.

En principe, le rectangle doit être contenu en entier dans le cercle correspondant au périmètre de recherche ; toutefois, il peut s'étendre, jusqu'à concurrence du quart de sa superficie, en dehors de ce cercle, sur des terrains libres de tous droits.

La superficie de la mine doit être au minimum de 24 hectares. Sa superficie maximum est fixée : à 2.400 hectares pour les mines de la première catégorie, à 800 pour celles de la deuxième, et à 600 pour celles de la troisième.

Art. 25. — Tout individu ou société qui désire acquérir la propriété d'une mine adresse une demande au résident.

Cette demande doit faire connaître :

1° Le nom du demandeur, ainsi que le domicile élu par lui dans le ressort de la résidence ;

2° La recherche dont la propriété comme mine est demandée ;

3° Les titres, s'il y a lieu, en vertu desquels le demandeur se trouve substitué à l'explorateur originaire;

4° Les limites et la superficie du périmètre de la mine.

Art. 26. — A la demande doit être annexé un plan en double expédition, à l'échelle du dix-millième au moins, indiquant les limites de ce périmètre orienté au nord vrai, rattachée à quelque point fixe remarquable à la surface.

Ce plan sera vérifié par l'administration, aux frais du demandeur, suivant un tarif arrêté par le gouverneur général.

Un arrêté du gouverneur général fixe les indications et renseignements qui doivent figurer sur le plan.

Art. 27. — Le demandeur doit, en outre, avoir versé au Trésor une somme, par hectare contenu dans le périmètre, de 1 franc pour les mines de combustibles, et de 2 francs pour toutes autres mines.

Art. 28. — La demande n'est recevable qu'après la production du plan et ledit versement.

Elle est inscrite à la date de son dépôt, contre récépissé, « sur un registre de demandes en propriété de mines », tenu à la disposition du public.

Art. 29. — La demande est affichée pendant deux mois sur la mine et au chef-lieu de la province. Elle est insérée dans la publication officielle du protectorat.

L'affichage a lieu à la diligence de l'administration, et aux frais des demandeurs, dans un délai d'un mois à partir de l'inscription de la demande.

Art. 30. — Les oppositions contre la validité de la demande, recevables seulement pendant la durée de l'enquête locale, sont formulées par écrit et remises au résident qui en donne acte et les inscrit sur le registre mentionné à l'article 28. L'opposant doit faire élection de domicile dans le ressort de la résidence.

Il doit justifier, pendant la durée de l'enquête, que son opposition a été portée devant les tribunaux, faute de quoi elle est considérée comme nulle et non avenue.

Art. 31. — A l'expiration de l'enquête, le résident transmet le dossier, avec ses observations et propositions, au gouverneur général.

S'il n'y a pas d'opposition, celui-ci, sous réserve de l'application de l'article 46, délivre un titre de propriété qui est remis au demandeur, avec un des plans dûment certifié ; inscription du titre est faite sur le « registre des mines ».

S'il y a opposition, l'administration surseoit à statuer jusqu'après la décision judiciaire. Le titre de propriété est délivré, s'il y a échet, à la partie qui a fait reconnaître son droit à la propriété de la mine. S'il n'y a pas lieu à délivrance de titre, l'instance administrative est close par une décision motivée du gouverneur général, notifiée par l'intermédiaire du résident de la province et inscrite en marge des registres spéciaux mentionnés aux articles 12 et 28.

La somme versée aux termes de l'article 27 est restituée sur la présentation de la décision de rejet.

SECTION III.

De l'institution de la propriété des mines par adjudication publique.

Art. 32. — Les terrains miniers situés dans une région affectée aux adjudications publiques seront, avant tout avis d'adjudication, divisés en lots abornés et signalés à la surface.

Il sera, en outre, dressé un plan général du lotissement et un plan de chacun des lots.

L'administration aura la faculté de donner aux lots la délimitation et l'étendue qui lui paraîtront les plus convenables, même en dépassant les maxima fixés par l'article 24.

Art. 33. — Les adjudications auront lieu devant le gouverneur général ou son délégué.

Art. 34. — Avant toute adjudication, l'administration fera publier et afficher la désignation et la description sommaire des lots offerts.

La publication au *Journal officiel* de la République et au *Journal officiel* de l'Indo-Chine (Annam et Tonkin), ainsi que l'affichage au ministère des colonies, au gouvernement général et au secrétariat général de l'Indo-Chine, devront précéder de trois mois la date de l'adjudication.

Toutefois, dans le cas où les lots offerts comporteront une superficie ne dépassant pas 300 hectares, la publication n'aura lieu qu'au *Journal officiel* de l'Indo-Chine, l'affichage, au gouvernement général et au secrétariat général du gouvernement général de l'Indo-Chine, et le délai entre la publication, l'affichage et l'adjudication sera ramené à deux mois.

Art. 35. — Pour se présenter à l'adjudication, les concurrents devront avoir fait élection de domicile au lieu de l'adjudication

et produire la quittance d'un versement de garantie calculé à raison de 1 franc par hectare de superficie pour les mines de combustibles, et de 2 francs pour les autres mines. Ce versement est remboursé après l'adjudication aux soumissionnaires évincés. Celui de l'adjudicataire restera acquis au Trésor et n'entrera pas dans le calcul des redevances futures.

Art. 36. — L'adjudication aura lieu aux enchères publiques; elle portera sur le chiffre de la redevance initiale, définie à l'article 49 ci-dessous. Cette redevance ne pourra, dans aucun cas, être inférieure à 1 franc par hectare, s'il s'agit d'une mine de combustibles, et à 2 francs s'il s'agit de toute autre mine.

L'adjudication aura lieu, pour chaque lot, en faveur du concurrent qui aura offert la redevance la plus forte.

Art. 37. — Le concurrent qui aura obtenu deux ou plusieurs lots dans une adjudication sera tenu d'indiquer à l'administration, dans la huitaine, celui des lots auxquels il donnera la préférence.

L'administration, à son tour, devra lui faire connaître, dans les huit jours qui suivront cet avis, celui ou ceux des lots qu'elle lui accorde en outre de celui qu'il aura choisi. Les lots délaissés reviendront respectivement aux concurrents, selon l'ordre déterminé par leur dernière enchère.

A l'expiration de ces délais et aussitôt après vérification de la régularité des opérations, le gouverneur général signifiera aux intéressés les lots dont ils resteront définitivement adjudicataires.

Art. 38. — L'adjudicataire devra, dans les trois mois de la signification qui lui aura été faite, verser la première annuité de la redevance offerte par lui, à peine d'être déchu de plein droit et de ne pouvoir plus prendre part à la nouvelle adjudication.

Un titre de propriété et un plan certifié seront délivrés à l'adjudicataire après ce versement.

Inscription du titre sera faite sur le registre des mines.

L'adjudicataire ne pourra d'ailleurs exercer aucun recours contre l'administration pour erreur dans la contenance énoncée.

Art. 39. — Tout individu ou société remplissant les conditions énoncées à l'article 21 pourra faire des offres pour l'acquisition d'une mine qui, dans une région affectée aux adjudications, n'aurait pas encore été allotie par l'administration. Dans ce cas, celle-ci devra procéder à un lotissement de façon à mettre en adjudication cette mine et, s'il y a lieu, les mines voisines dans le délai de six mois après la demande.

L'administration aura la faculté, après qu'elle aura fixé les

bases du lotissement, de laisser l'intéressé procéder à l'abornement sur place et à la confection du plan ; ce plan devra toutefois être vérifié par l'administration.

L'acquisition ne pourra pas avoir lieu autrement que par une adjudication publique faite d'après les règles de la présente section.

SECTION IV.

Dispositions spéciales aux gîtes d'alluvion.

Art. 40. — Les dispositions du présent règlement sur les droits de recherche et d'exploitation des mines s'appliquent à tous les gîtes d'alluvion situés dans les terrains non cultivés.

Toutefois, le délai de trois ans prévu par l'article 15 est réduit à deux ans.

Art. 41. — Dans les terrains cultivés, le propriétaire ou ses ayants droit peuvent seuls acquérir le droit d'exploiter une mine d'alluvion, en se conformant aux prescriptions du titre II et de la section II du présent titre ; mais la mine peut avoir une étendue et une forme quelconques.

Art. 42. — L'orpaillage à la battée est librement permis dans le lit des cours d'eau, sauf les parties qui seraient englobées dans des propriétés de mines d'alluvion.

Les orpailleurs peuvent disposer de l'or recueilli par eux.

TITRE IV.

DES DROITS ET OBLIGATIONS DES PROPRIÉTAIRES DE MINES.

SECTION I.

Du caractère de la propriété des mines.

Art. 43. — La propriété d'une mine constitue une propriété distincte de la surface immobilière, disponible et transmissible comme tous autres biens et soumise généralement aux mêmes règles relatives aux immeubles, sous réserve des exceptions stipulées ci-après.

Art. 44. — Une mine ne peut être vendue par lots ni partagée matériellement sans une autorisation donnée par le gouverneur général. Celui-ci délivre, s'il y a lieu, aux intéressés, après annu-

lation du premier titre de propriété, de nouveaux titres, qui sont inscrits à leur tour sur le « registre des mines ».

Art. 45. — Toute cession d'une mine doit être déclarée au résident de la province par le cédant ou le cessionnaire. La transmission de la propriété n'est opposable aux tiers qu'après que l'acte transmissif de propriété a été consigné au registre des mines.

Il est donné acte de cette consignation.

Art. 46. — Un individu ou une société peut réunir la propriété de plusieurs mines de même nature, à condition de le déclarer, dans la quinzaine, au résident de la province ; le gouverneur général peut s'opposer à cette réunion dans les six mois de la date de la déclaration.

Si la réunion n'a pas été déclarée ou si, ayant été déclarée et interdite, elle est maintenue, nonobstant la défense du gouverneur général, ce dernier prononce le retrait de toutes les propriétés minières réunies.

Celles-ci sont vendues par adjudication publique dans les conditions prévues aux articles 51, 52, 53 et 54.

Art. 47. — L'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce.

Les actions ou intérêts, dans une société constituée pour leur exploitation, sont réputés meubles.

Art. 48. — Tout propriétaire d'une mine doit faire, dans le ressort de la résidence, élection d'un domicile où lui sont valablement faites toutes les significations et les communications administratives.

Toute société à qui appartient une mine désigne un gérant responsable pour être son représentant vis-à-vis de l'administration ; ce dernier doit faire élection de domicile dans le ressort de la résidence.

Toute contravention à ces obligations donne lieu contre l'individu ou la société à une amende de 500 francs, recouvrable par voie de contrainte administrative.

SECTION II.

Des redevances et taxes sur les mines et sur leurs produits.

Art. 49. — Tout propriétaire de mine doit verser une redevance annuelle.

La redevance initiale est doublée à partir de la cinquième

année jusqu'à la dixième ; elle est triplée à partir de la dixième année et demeure ensuite invariable.

La redevance initiale sera de 1 franc par hectare pour les mines de houille, et de 2 francs pour les mines d'autres substances.

Pour les mines acquises par voie d'adjudication, la redevance initiale par hectare est fixée par l'adjudication.

Lorsque la situation du marché l'exigera, le gouverneur général pourra accorder des réductions sur ces redevances, par arrêté spécial valable pour une année seulement et qui pourra être renouvelé. La réduction devra être proportionnelle à la redevance, et applicable simultanément à toutes les mines d'une substance déterminée.

L'arrêté sera pris en conseil de protectorat.

Art. 50. — A partir du jour de la délivrance du titre de propriété, les taxes prévues à l'article 49 sont payées par avance en deux semestres égaux, le 30 juin et le 31 décembre; elles sont calculées par douzièmes, à compter du premier du mois dans lequel a eu lieu la remise dudit titre.

Art. 51. — Si le propriétaire d'une mine n'a pas payé à l'échéance le semestre exigible, l'administration lui fait notifier un avertissement au domicile élu par lui ; trois mois après l'avertissement resté sans résultat, elle lui fait signifier sa déchéance, qui est exécutoire à partir de cette date.

Toutefois, ces avertissements et significations ne sont pas faits à l'exploitant qui a notifié à l'administration, avant le commencement du semestre, sa renonciation à la propriété de la mine.

La mine retirée ou délaissée doit être adjugée dans les six mois qui suivent l'arrêté prononçant la déchéance ou acceptant la renonciation.

Le propriétaire déchu ne peut concourir à l'adjudication.

Mention du retrait ou du délaissement et du nom du propriétaire est faite dans les affiches et publications définies à l'article 34.

Art. 52. — Le nouveau propriétaire continuera d'être tenu, vis-à-vis de l'État, au payement de la redevance annuelle, moyennant laquelle la propriété minière a été précédemment constituée.

Art. 53. — Le prix de l'adjudication, déduction faite des sommes dues au Trésor, est remis au propriétaire évincé. Toutefois, en cas de créances inscrites sur la propriété, ce prix est consigné, pour être distribué judiciairement aux créanciers qui ont acquis des droits réels sur la mine, ou qui justifient avoir fourni des fonds pour sa recherche ou son exploitation.

Art. 54. — Si l'adjudication n'aboutit pas, la propriété minière revient à l'État, libre et franche de toutes charges, et ne peut plus être acquise dorénavant par prise de possession.

Toutefois, s'il s'agit d'une mine d'alluvion, constituée par application de l'article 41, à la propriété de laquelle il a été régulièrement renoncé, le propriétaire du sol conserve le droit qui lui est reconnu par ledit article, à la condition d'avoir versé au Trésor les frais d'affichage de sa renonciation.

Art. 55. — Il est perçu, par tonne de substances extraites des recherches ou des exploitations, et non consommées dans la colonie, un droit *ad valorem* de 1 p. 100 pour les combustibles et minerais de fer, et de 2 p. 100 pour toutes autres substances.

Ce droit est perçu sur le produit ou métal brut provenant du traitement de la substance extraite, toutes les fois que celle-ci n'est exportée que transformée en produit ou métal brut.

Ce droit sera recouvré dans les conditions fixées par un arrêté du gouverneur général.

SECTION III.

Des relations de l'exploitant de mines avec le propriétaire de la surface.

Art. 56. — Aucun puits ou galerie ne peut être ouvert dans un rayon de 50 mètres d'une habitation et des terrains compris dans les clôtures y attenant, sans le consentement du propriétaire de cette habitation.

Art. 57. — Aucun travail ne peut avoir lieu sur les chemins publics, chaussées, digues, canaux de navigation et d'irrigation, fleuves et rivières navigables sans une autorisation du résident, ni sous les maisons et lieux d'habitation sans une déclaration de l'exploitant, que le résident communique aux propriétaires intéressés.

Art. 58. — Dans les terrains domaniaux situés à l'intérieur du périmètre d'une mine, l'exploitant aura le droit d'occuper la surface que le résident reconnaîtrait nécessaire à son exploitation, ainsi qu'à l'érection des établissements pour la préparation ou la transformation des produits, en payant la contribution foncière sur le taux des terrains de culture les plus imposés de la commune.

Art. 59. — Si des terrains situés à l'intérieur du périmètre de la mine sont possédés par un tiers, l'exploitant, à défaut d'en-

tente amiable avec celui-ci, pourra occuper temporairement ou définitivement la surface dont l'occupation aura été déclarée nécessaire par le résident, moyennant le payement d'une indemnité préalable, calculée au double de la valeur qu'avaient les terrains avant l'occupation si celle-ci est définitive, ou au double de leur revenu si l'occupation n'est que temporaire. Cette dernière indemnité sera due pour chaque année d'occupation. Toutefois, si l'occupation se prolonge au-delà de trois années, le propriétaire de la surface aura le droit d'obliger l'exploitant à acquérir ses terrains, au double de la valeur qu'ils avaient avant l'occupation.

Art. 60. — L'exploitant sera tenu de payer une indemnité, déterminée par expertise, pour tous les dommages que ses travaux causeraient aux propriétés ou établissements de la surface.

Art. 61. — Dans les terrains situés en dehors du périmètre de la mine et sous réserve de l'application de l'article 63, l'exploitant pourra faire, avec l'autorisation du gouverneur général, tous les travaux de secours que nécessiterait son exploitation, en se conformant, pour l'occupation, aux prescriptions des articles 58 et 59, suivant le cas.

Il pourra établir sur ces terrains toutes voies de transport, telles que sentiers, chemins de charroi, chemins de fer, canaux de navigation, en observant les règles concernant les travaux publics.

SECTION IV.

Des relations entre les exploitants des mines voisines et contiguës.

Art. 62. — Il sera laissé, autour du périmètre de chaque mine, un massif intact de roche en place de 10 mètres au moins, lequel ne pourra être enlevé ou traversé qu'avec l'autorisation du gouverneur général.

Tout propriétaire de mine qui, nonobstant cette prescription, poursuivrait les travaux dans une mine voisine resterait civilement responsable jusqu'après l'expiration de la troisième année qui suivra la découverte du fait.

Art. 63. — Il y aura entre les mines voisines une servitude réciproque pour l'établissement de travaux de secours, tels que ceux nécessités par les besoins de l'aérage ou de l'écoulement des eaux; à défaut d'entente amiable entre les intéressés, il sera statué par le gouverneur général sur la situation et la nature des travaux à exécuter. L'exploitant au profit duquel seront faits les

travaux devra payer à celui qui subirait un dommage matériel ou qui le ferait bénéficier d'une économie dans l'exploitation une indemnité fixée par expertise.

Art. 64. — Si deux mines de catégorie différente se trouvaient superposées l'une à l'autre, à défaut d'entente amiable entre les exploitants pour la conduite de leurs travaux respectifs, il serait également statué par le gouverneur général, sous réserve de l'indemnité qu'un des exploitants pourrait devoir à l'autre, et qui serait réglée comme à l'article précédent.

Art. 65. — Tout exploitant de mine sera responsable des dommages que ses travaux causeraient à une mine voisine ou superposée.

Art. 66. — Tout propriétaire de mine a le droit de se servir des sentiers et chemins de charroi établis par le propriétaire d'une mine voisine dans le périmètre de celle-ci, sauf payement d'une indemnité pour cet usage.

Art. 67. — S'il existe entre plusieurs mines voisines des terrains libres qui, par leur contenance et leur forme, ne peuvent, aux termes de l'article 24, faire l'objet d'une institution de propriété, ils ne pourront qu'être ajoutés à celle des mines contiguës dont le propriétaire en ferait la demande, en se conformant aux prescriptions de la section II du titre III.

Si plusieurs propriétaires de mines contiguës à ces terrains libres, en revendiquent tout ou partie, pendant l'instruction de cette demande, ces terrains seront partagés entre eux par l'administration, à défaut d'entente amiable, proportionnellement à la surface des mines intéressées.

SECTION V.

Surveillance de l'exploitation des mines.

Art. 68. — L'exploitation des mines est soumise à la surveillance de l'administration, en vue de prévenir les dangers que cette exploitation peut avoir pour la sûreté de la surface et pour la sécurité du personnel occupé dans la mine.

Art. 69. — Cette surveillance s'exerce, sous l'autorité du gouverneur général, par les résidents, assistés des fonctionnaires et agents du service des mines.

Le gouverneur général pourra édicter les règlements qu'il jugera nécessaires pour satisfaire aux objets prévus à l'article précédent et prescrire, dans le même but, les mesures de pré-

caution spéciales et urgentes auxquelles l'exploitant sera tenu de se soumettre. En cas d'urgence, ces mesures seront prescrites par le résident.

Aucune injonction faite à ce titre ne pourra donner ouverture à une indemnité en faveur de l'exploitant; toutefois, dans le cas où la mesure prescrite aurait pour but de protéger un travail d'utilité publique autorisé postérieurement à l'institution de la mine, l'exploitant devrait être indemnisé de la valeur des installations que cette mesure rendrait inutiles ou de celles qu'il serait obligé d'exécuter.

Art. 70. — Tout propriétaire de mine doit tenir à jour, sur place, un plan des travaux, ainsi qu'un registre d'avancement dans lequel sont mentionnés les faits importants de l'exploitation.

Ce plan, dont copie doit être envoyée annuellement à l'administration, et ce registre doivent être représentés aux fonctionnaires et agents du service des mines.

Le propriétaire est également tenu de fournir à l'administration les renseignements statistiques qu'elle demanderait sur la nature et la quantité des produits extraits ou élaborés et sur le personnel occupé par l'entreprise.

Il est tenu de procurer aux fonctionnaires et agents chargés de la surveillance les moyens de parcourir les travaux accessibles.

Art. 71. — Tout travail d'exploration ou d'exploitation ouvert en contravention au présent décret peut être interdit par mesure administrative, sans préjudice des poursuites et pénalités prévues au titre suivant.

TITRE V.

DES PÉNALITÉS.

SECTION 1.

Des amendes.

Art. 72. — Seront punis d'une amende de 16 à 100 francs :

1° Tout individu qui aura fait des travaux de recherche ou d'exploitation sans autorisation administrative ou sans déclaration préalable dans les lieux interdits par les articles 5, 6, 8 et 57;

2° Tout explorateur ou propriétaire de mine qui aura contrevenu aux règlements ou décisions de police rendus par application de l'article 69;

3° Tout explorateur ou exploitant qui n'aura pas fourni dans les délais impartis les plans ou renseignements statistiques prévus à l'article 70.

Art. 73. — Sera puni d'une amende de 100 à 500 francs tout individu qui aura disposé de substances minérales soumises au présent décret et extraites par des travaux illicites d'exploration ou d'exploitation.

Art. 74. — Sera puni d'une amende de 1.000 francs tout individu qui aura frauduleusement planté, enlevé ou déplacé des poteaux ou signaux de recherche, modifié ou altéré les inscriptions de leurs écriteaux, de façon à tromper autrui sur la délimitation, la contenance ou la date d'une occupation de périmètre de recherche réservé.

Art. 75. — Les amendes prévues aux articles 72, 73 et 74 seront portées au double, en cas de récidive dans les douze mois qui suivront la première condamnation.

SECTION II.

De la répression des infractions.

Art. 76. — Les contraventions aux prescriptions du présent décret seront constatées par procès-verbaux des fonctionnaires ou agents du service des mines et de tous autres qui auront compétence en pareille matière.

Ces procès-verbaux feront foi jusqu'à preuve contraire.

Les amendes seront appliquées par les tribunaux, sauf le cas prévu à l'article 48 du présent décret.

TITRE VI.

DE LA COMPÉTENCE.

Art. 77. – L'autorité judiciaire connaît de toutes contestations entre particuliers, nées de l'exécution du présent décret, et notamment de toutes indemnités qui peuvent être dues par les explorateurs ou exploitants à des exploitants de mines ou des propriétaires de la surface.

Art. 78. — Le service technique des mines doit être consulté par le gouverneur général dans les cas prévus aux articles 20, 31, 37, 44, 46, 61, 62, 63, 64, 68 et 69.

TITRE VII.

DISPOSITIONS SPÉCIALES.

Art. 79. — Les propriétaires des mines constituées par des contrats particuliers auront la faculté de rentrer dans le régime du présent décret en en faisant la déclaration au gouverneur général.

En attendant, ces mines ne seront pas soumises aux prescriptions du présent décret, pour ce qui a trait à leur superficie, à leur vente, à leur division, à leur réunion éventuelle à d'autres mines et aux redevances à payer au Trésor.

Toutes les autres dispositions du présent décret leur seront appliquées.

Le présent décret sera intégralement appliqué aux mines instituées sous le régime du décret de 1888.

Les périmètres réservés régulièrement acquis, conformément au décret de 1888, seront maintenus dans les formes anciennes, mais ils ne pourront être transformés en propriétés, avec et dans les limites résultant de ces formes, que sous les conditions spécifiées au présent décret.

Art. 80. — Le gouverneur général règlera par des arrêtés les questions que pourra comporter l'application du présent décret.

Art. 81. — Le décret du 16 octobre 1888 (*) est abrogé.

Art. 82. — Le gouverneur général pourra suspendre, pour des motifs d'ordre public, le droit de recherche dans certaines régions déterminées, par arrêtés rendus en conseil de protectorat.

Ces arrêtés seront soumis à la ratification immédiate du ministre des colonies.

Fait à Paris, le 25 février 1897.
FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :
Le Ministre des colonies,
André LEBON.

(*) Volume de 1888, p. 312.

*Décret du Président de la République, du 25 février 1897, modifiant le décret du 10 avril 1894 relatif à l'établissement d'une fabrique de dynamite sur le territoire de la commune d'*ARLES (Bouches-du-Rhône).

Le Président de la République française,

Sur le rapport des ministres du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de l'intérieur, des finances et de la guerre ;

Vu la loi du 8 mars 1875 et les décrets des 24 août 1875 et 28 octobre 1882 sur la poudre-dynamite (*) ;

Vu le décret du 10 avril 1894 (**), autorisant la Société anonyme d'explosifs et de produits chimiques à établir une fabrique de dynamite sur le territoire de la commune d'Arles (Bouches-du-Rhône) ;

Vu les demandes présentées par ladite société, le 26 février 1895, en vue de faire modifier les articles 8 et 9 du décret susvisé;

Vu les pièces de l'enquête et de l'instruction auxquelles ces demandes ont donné lieu;

Vu le plan d'ensemble produit par la société, lequel restera annexé au présent décret ;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures ;

Décrète :

Art. 1er. — Par modification au dix-huitième paragraphe de l'article 8 du décret du 10 avril 1894, la société pourra conserver dans les ateliers, à la fin de chaque journée, jusqu'à la reprise du travail, une quantité de dynamite en pâte n'excédant pas 800 kilogrammes.

Art. 2. — La société est autorisée à installer deux nouveaux magasins de dynamite encaissée, d'une contenance maximum de 40.000 kilogrammes chacun.

Ces magasins seront établis conformément au plan d'ensemble annexé au présent décret et aux dispositions de détail prescrites par l'article 9 du décret du 10 avril 1894.

Art. 3. — Après la construction de ces magasins et avant leur mise en service, le préfet du département, sur l'avis qui lui en sera donné par la société pétitionnaire, fera procéder par un ingénieur des mines ou des ponts et chaussées, avec le concours d'un ingé-

---

(*) Volumes de 1875, p. 117 et 145; de 1882, p. 265.

(**) Volume de 1894, p. 275.

nieur des poudres et salpêtres désigné par le ministre de la guerre, à la vérification contradictoire des installations, afin de constater si elles sont conformes aux conditions du présent décret.

Il sera dressé de cette opération un procès-verbal sur le vu duquel le préfet autorisera, s'il y a lieu, la mise en service des deux magasins.

Avis de cette mise en service sera donné au ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

Art. 4. — Les ministres du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de l'intérieur, des finances et de la guerre sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 25 février 1897.

FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,

Henry BOUCHER.

Le Ministre de l'intérieur,

Louis BARTHOU.

Le Ministre des finances,

Georges COCHERY.

Le Ministre de la guerre,

BILLOT.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

MINES. — REDEVANCE PROPORTIONNELLE. — RECETTES ACCESSOIRES. — STOCKS.

A M. le Préfet du département d

Paris, le 10 février 1897.

Monsieur le Préfet, le travail annuel des redevances exige, pour maintenir entre les redevables une égalité de traitement qui s'impose étroitement, l'observation, par tous les services, de règles aussi uniformes que possible. Pour faire disparaître des divergences, sur quelques-unes desquelles le conseil général des mines a plus spécialement attiré mon attention, il m'a paru utile, après m'être concerté avec M. le ministre des finances, de préciser la façon dont on devrait traiter deux particularités qui se présentent assez fréquemment ; l'une est relative à certaines recettes accessoires que peuvent réaliser les exploitants, l'autre concerne les stocks.

Recettes accessoires. — Le produit brut, d'où l'on défalque les dépenses pour arriver au produit net imposable, ne peut résulter que de la multiplication des produits extraits par leur valeur. Aucun autre élément ne peut, en principe, figurer dans l'évaluation des recettes. Or, les exploitants peuvent réaliser certains bénéfices qui, à défaut d'entrer en compte dans les recettes ou le produit brut, pourraient être et ont été parfois admis en déduction des dépenses.

Ces recettes accessoires, comme on les appelle généralement, peuvent se ranger en trois catégories.

Les unes, tout à fait accidentelles, résultent de causes exceptionnelles qui ne paraissent pas pouvoir se reproduire normalement. On ne saurait les comprendre dans le travail des rede-

vances, comme l'a décidé le conseil d'État, dans son arrêt du 3 décembre 1880 (*) (mines de Portes et Sénéchas), pour la vente d'un chemin de fer minier, encore que les frais d'établissement de cette voie eussent été compris antérieurement dans les dépenses d'exercices précédents.

Une seconde catégorie est formée par des recettes qui se reproduisent d'une façon normale, bien que ce puisse être à intervalles variables, telles que les loyers et revenus du domaine privé. Il n'y a pas lieu non plus d'en tenir compte dans l'établissement des redevances, par la raison que l'on n'a pas dû faire état, en dépenses, de la partie ou de la valeur du domaine ainsi productif de revenus. Il doit en être de ces recettes, comme de celles de caractère purement financier (intérêts de fonds, escompte de papier, etc.), que l'on a toujours écartées avec raison des comptes en matière de redevances.

Je rappelle, par contre, pour mémoire, le traitement différent qui a été et doit continuer à être fait au loyer des maisons ouvrières, ainsi que l'a décidé la circulaire du 1er juillet 1877 (**), par suite justement de la règle opposée qui a été admise, en raison de la nature spéciale de cette dépense, pour les frais de construction de ces maisons.

La troisième catégorie de recettes accessoires est, comme la seconde, susceptible de se reproduire plus ou moins régulièrement ; elle en diffère en ce qu'elle est d'ordre plus technique qu'économique ; elle consiste essentiellement dans les ventes de vieilles matières, les reventes de chevaux, etc.

Si ces recettes, bien que se reproduisant de temps en temps, conservaient un caractère vraiment accidentel, n'intervenaient réellement pas, au point de vue technique, dans le calcul normal du prix de revient, il faudrait les traiter comme celles dont je viens de m'occuper ; on les écarterait du calcul des redevances.

Il n'y aurait lieu d'en tenir compte, comme le conseil d'État en a décidé dans son arrêt du 30 juillet 1886 (***) (mines de Kef-Oum-Theboul), que lorsque de pareilles recettes interviennent dans le fonctionnement de l'exploitation, de telle sorte qu'elles constituent d'une façon évidente un élément certain, appréciable du prix de revient. Tel serait le cas, par exemple, d'une mine qui systématiquement renouvellerait sa cavalerie, à très courts inter-

(*) Volume de 1883, p. 363.
(**) Volume de 1877, p. 344.
(***) Volume de 1886, p. 262.

valles, en se débarrassant de chevaux encore en pleine valeur.

On ne peut préciser davantage des règles dont l'application, variable suivant les espèces, nécessite parfois une appréciation de leurs circonstances. Je ne doute pas que les explications précédentes ne suffisent à guider les ingénieurs. J'ajoute, à un point de vue général, qu'ils ne doivent pas oublier que l'établissement des redevances ne doit pas, en principe, résulter de la vérification effective d'une comptabilité que l'exploitant reste libre de ne pas leur ouvrir ; elle découle essentiellement d'une appréciation que rendent particulièrement sûre leur compétence et la connaissance qu'ils ne peuvent pas ne pas avoir des conditions techniques de l'exploitation.

Stocks. — Dans le système des produits extraits, pratiqué en matière de redevances depuis 1877, on doit considérer comme stocks les quantités extraites, dans l'année de produits, qui sont restées invendues à la fin de cette année. On doit faire état de la valeur de ces stocks dans le produit brut.

Dans son calcul, deux cas peuvent se présenter:

Le stock est constitué effectivement par des parties distinctes de catégories marchandes diverses : on applique, en bloc, à chacune de ces parties le prix moyen qui sera admis pour l'année et pour la catégorie dont elle se compose.

Si cette séparation n'existe pas, la valeur du stock s'obtiendra en lui appliquant le prix moyen qui est admis pour toutes les catégories à la formation desquelles le stock pourrait éventuellement servir. Ce sera donc habituellement le prix moyen général pour toutes les ventes ou livraisons effectuées, sauf à écarter le prix moyen des catégories que le stock ne pourrait jamais produire.

J'adresse directement ampliation de la présente circulaire aux Ingénieurs des mines.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

SUBSTITUTION DES ALLUMETTES AMORPHES AUX ALLUMETTES AU PHOSPHORE.

A M. , Ingénieur en chef, à

Paris, le 26 février 1897.

Monsieur l'Ingénieur en chef, l'Administration des finances recherche depuis longtemps les moyens de réduire le plus possible la fabrication des allumettes au phosphore, qui présente de sérieux inconvénients pour le personnel ouvrier des manufactures de l'État. A cet effet, elle livre à la consommation des allumettes amorphes dont le prix est moins élevé que celui des allumettes chimiques ordinaires et qui offrent de réels avantages, non seulement au point de vue hygiénique, mais encore sous le rapport de la sécurité, puisque leur usage diminue d'une façon notable les dangers d'incendie.

Dans la pensée de M. le ministre des finances, si ce type d'allumettes n'est pas plus répandu, c'est uniquement en raison des habitudes que le public a contractées. Mon collègue estime, dès lors, qu'il est du devoir des administrations de l'État de réagir contre ces errements et de donner elles-mêmes l'exemple en supprimant, dans tous leurs services, l'emploi des allumettes au phosphore blanc.

Désireux de donner satisfaction à la demande de M. le ministre des finances, j'ai décidé que les allumettes amorphes devront à l'avenir être exclusivement employées dans les établissements ressortissant au ministère des travaux publics, ainsi que dans les services des ponts et chaussées et des mines.

Je vous prie de tenir la main à l'exacte observation de cette circulaire dont vous voudrez bien m'accuser réception.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

PERSONNEL.

I. — **Ingénieurs.**

DÉCORATION.

Décret du 6 février 1897. — M. **Termier**, Ingénieur ordinaire de 1re classe, est nommé Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'Honneur.

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 14 février 1897. — M. **Leclère**, Ingénieur ordinaire de 1re classe, en congé renouvelable au service de la Compagnie des chemins de fer économiques du Sud-Est, est remis en activité et chargé du sous-arrondissement minéralogique de Marseille-Sud, en remplacement de M. **Liénard**, précédemment appelé à une autre destination.

II. — **Contrôleurs des mines.**

DÉCORATION.

Décret du 6 février 1897.— M. **Lefèvre** (Alphonse), Contrôleur principal, est nommmé Chevalier de l'Ordre national de la Légion d'Honneur.

NOMINATION.

19 *février* 1897. — M. **Waterlot** (César), ancien Élève breveté de l'École des Maîtres-Ouvriers mineurs de Douai, sorti en 1895 avec le n° 1, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département du Nord, à la résidence de Douai, au sous-arrondissement minéralogique de Valenciennes et chargé, en outre, du cours de langue française et des fonctions d'Économe à l'École des Maîtres-Ouvriers mineurs de Douai.

AVANCEMENTS.

24 *février* 1897. — Sont nommés Contrôleurs principaux, les Contrôleurs de 1re classe ci-après désignés, savoir :

MM. **Bertrand**, Seine, Contrôle d'Orléans ;

Radigois, Loire-Inférieure, service ordinaire ;

Séris, Ariège, mines de Rancié;

Decressain, Seine, service de surveillance des appareils à vapeur ;

Pierron, Meurthe-et-Moselle, service ordinaire et Contrôle de l'Est ;

Clère, Vaucluse, service ordinaire.

Sont élevés de la 2e à la 1re classe, savoir :

MM. **Vallet**, Seine, service ordinaire et carrières du département;

Moreau, Aisne, service ordinaire et Contrôle du Nord ;

Fourmond, Sarthe, service ordinaire et Contrôle de l'Ouest ;

Croisille, Meurthe-et-Moselle, service ordinaire et Contrôle de l'Est ;

Péricard, Isère, service ordinaire ;

Hamon, Loiret, service ordinaire et Contrôles de l'État et d'Orléans.

Sont élevés de la 3e à la 2e classe, savoir :

MM. **Masson**, Pas-de-Calais, service ordinaire ;

Coignard, Gard, service ordinaire ;

Jourdan, Isère, service ordinaire et Contrôle Paris-Lyon-Méditerranée ;

Ravaudet, Vienne, service ordinaire et Contrôles de l'État et d'Orléans ;

Marchal, Aube, service ordinaire et Contrôle de l'Est.

Sont élevés de la 4e à la 3e classe, savoir :

MM. **Dumas** (Antoine), Creuse, service ordinaire ;

Berthon, Rhône, service ordinaire et Contrôle Paris-Lyon-Méditerranée ;

Lafond, Loire, service ordinaire ;

Simon (Jules), Alger, service ordinaire ;

Larmanou, Charente-Inférieure, service ordinaire et Contrôles de l'État et d'Orléans ;

Granddidier, Meurthe-et-Moselle, en congé renouvelable.

CONGÉ RENOUVELABLE.

19 *février* 1897. — **M. Poteau**, Contrôleur de 1re classe, attaché, dans le département du Nord, au sous-arrondissement minéralo-

gique de Valenciennes et à l'Ecole des Maîtres-Ouvriers mineurs de Douai, est mis, sur sa demande, en congé renouvelable de cinq ans et autorisé à entrer au service de la Compagnie des mines d'Aniche, en qualité de Chef du service commercial.

DÉCISIONS DIVERSES.

19 *février* 1897. — M. **Berthon**, Contrôleur de 4e classe, attaché, dans le département des Hautes-Alpes, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Grenoble et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, passe dans le département du Rhône, à la résidence de Lyon, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Lyon et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

19 *février*. — M. **Teyssonières**, Contrôleur de 4e classe, attaché, dans le département de l'Ariège, au sous-arrondissement minéralogique de Toulouse, passe dans le département des Hautes-Alpes, à la résidence de Briançon, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Grenoble et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

19 *février*. — M. **Cloupet**, Contrôleur de 4e classe, détaché au service des Travaux publics de Madagascar, est remis à la disposition du Ministère des Travaux publics par le Département des Colonies, et attaché, dans le département de l'Ariège, à la résidence de Foix, au sous-arrondissement minéralogique de Toulouse.

ERRATUM

Suprà, p. 28, au lieu de :

EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1900

lire :

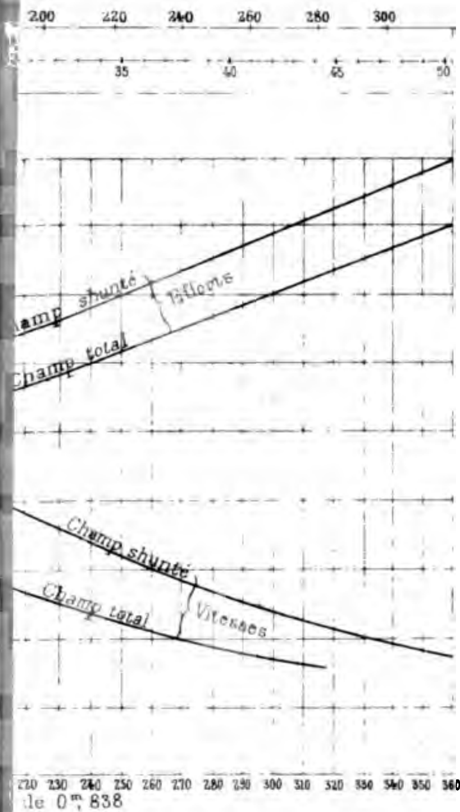
EXPOSITION UNIVERSELLE DE BRUXELLES (1897)

Au lieu de : Comité XX (mines métallurgiques)

lire : Comité XX (*mines*, *métallurgie*).

---

teur G. E. 800

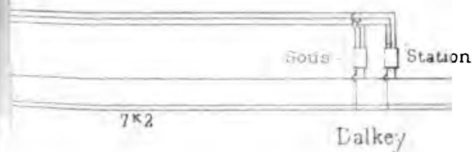


le 0m,838

ous-stations

Dalkey)

A chaque sous-station deux moteurs triphasés synchrones actionnent chacun une dynamo à courant continu de 60kw, 500v



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

K de l

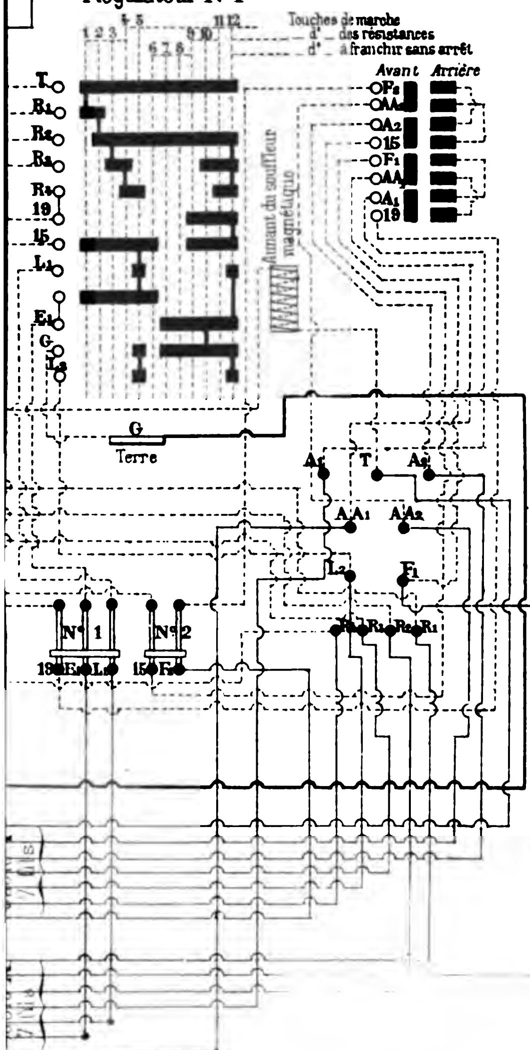
ur





K de la Cie Thomson Houston

ur



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.



LABORATOIRE CENTRAL DE CHIMIE

- *61, rue de l'Arcade et 11, rue de Rome* (en face la gare St.-Lazare)

A. GIRARD

Ingénieur-Chimiste

Ex-chimiste-Expert de la Ville de Paris

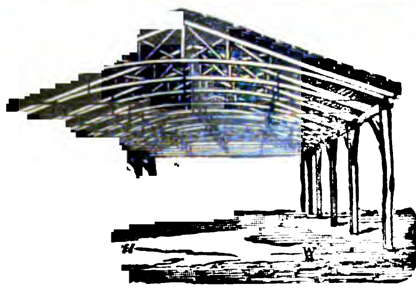
ANALYSES MINÉRALES

Minerais de fer, d'or, d'argent, etc.

Fontes, aciers, fers

Bronzes, aluminium, cuivre

Zinc, nickel, etc.



OM

'ARS e **CHARPENTES**, Couv.

ue am.rck, PARIS.

LE PRATICIEN INDUSTRIEL

JOURNAL

Par Demandes et par Réponses

PARAISSANT TOUS LES 15 JOURS

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

ABONNEMENT ANNUEL :

France et Étranger..... 10 fr.

NUMÉRO SPÉCIMEN SUR DEMANDE

Cie DES MOTEURS UNIVERSELS

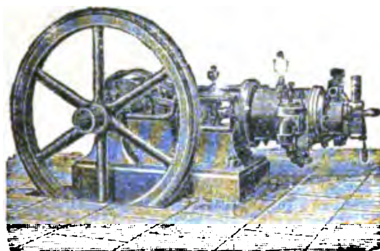
EXPOSITION DE ROUEN 1896. — MÉDAILLE D'OR

Système Grob, breveté S. G. D. G.

PARIS - 56, rue Lafayette, 56 - PARIS







ÉCONOMIE — **SÉCURITÉ**





Les seuls fonctionnant *sans reproche* au pétrole d'éclairage ordinaire et sans carburateur.

PLUS DE 3,500 MOTEURS EN MARCHE

Consommation de pétrole, environ un demi-litre par cheval-heure

57 Médailles d'Or et d'Argent. — Toute garantie.

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON - HOUSTON

CAPITAL : **5.000.000** DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto ... blin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Erfurt ... rmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES à ROTATION et à PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives bases pour mines

... rue de Londres, PARIS

P. VICQ-DUNOD et Cie, Éditeurs, 49, quai des Grands-Augustins, PARIS

Viennent de paraître :

AGENDAS DUNOD POUR 1897

à 1 fr. **50** (par la poste 1 fr. **75**)

N° 1 Construction.
N° 2 Mines et Métallurgie.
N° 3 Mécanique.
N° 4 Chimie.
N° 5 Télégraphes.
N° 6 Chemins de fer.

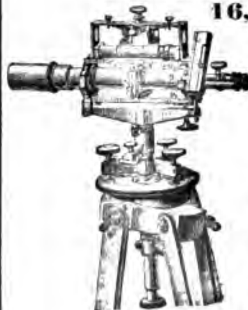
DIPLOME D'HONNEUR	GRANDS PRIX	DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894	LYON 1894. — ATLANTA 1895	AMSTERDAM 1895

A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger
16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M)

SUCCESSEURS



CATALOGUE GÉNÉRAL



ÉDITION 1896



INSTRUMENTS DE MATHEMATIQUES, OPTIQUE, GÉODÉSIE
NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES
DE LA COMMISSION DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS, ETC. ETC.

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉCISION

Pour Essais des CHAUX ET CIMENTS

Adoptés par la Commission internationale des essais

EXPLICATION DES PLANCHES.

AVRIL.

Pl. VIII et IX. — Traction électrique à prise de courant aérienne.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs Gérants : P. Vicq-Dunod et Cie

ANNALES
DES MINES
OU
RECUEIL
DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RATTACHENT

PUBLIÉES

SOUS L'AUTORISATION DU MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS.

NEUVIÈME SÉRIE.

TOME XI.

5e LIVRAISON DE 1897.

PARIS
P. VICQ-DUNOD ET Cie, ÉDITEURS
LIBRAIRES DES CORPS NATIONAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES, DES MINES
ET DES TÉLÉGRAPHES
Quai des Grands-Augustins, 49

1897

TABLE DES MATIÈRES.

MAI.

PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

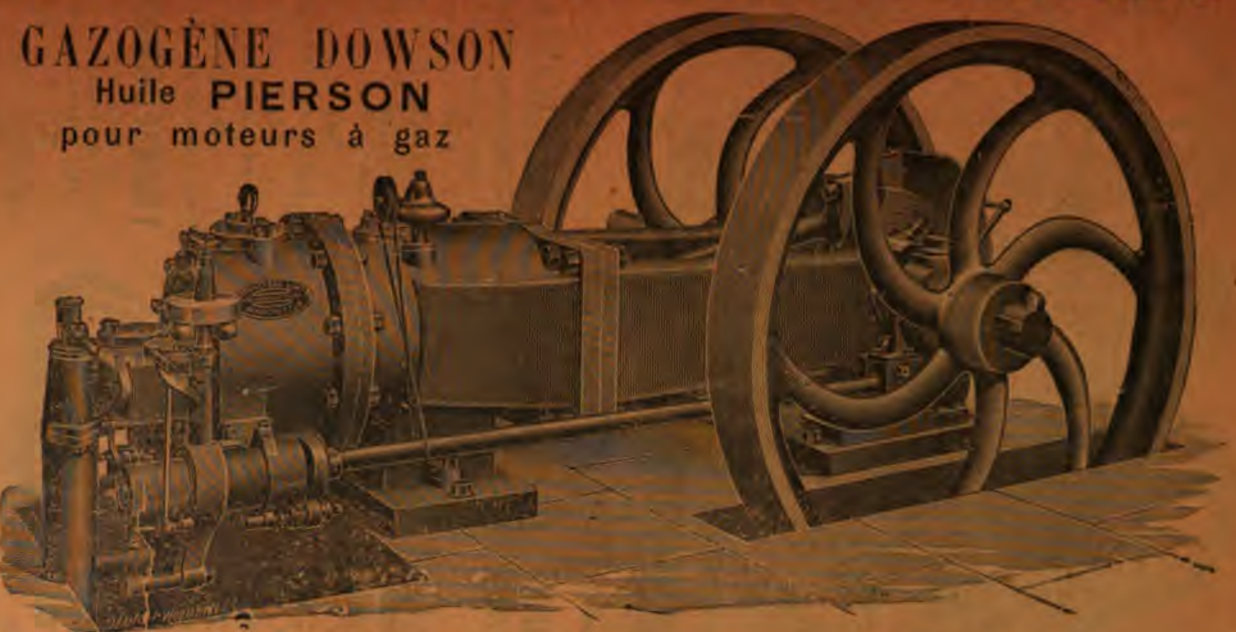
BULLETIN.

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Mars.

MOTEURS A GAZ CROSSLEY

GAZOGÈNE DOWSON
Huile PIERSON
pour moteurs à gaz



Le Moteur** à gaz* **CROSSLEY**, alimenté par le gazogène Dowson, ne consomme que ***600 à ***700*** grammes d'anthracite par cheval et par heure. Le gaz Dowson pour chauffage industriel revient à **un centime** le mètre.

Seuls agents des Moteurs Crossley et du Gazogène Dowson :

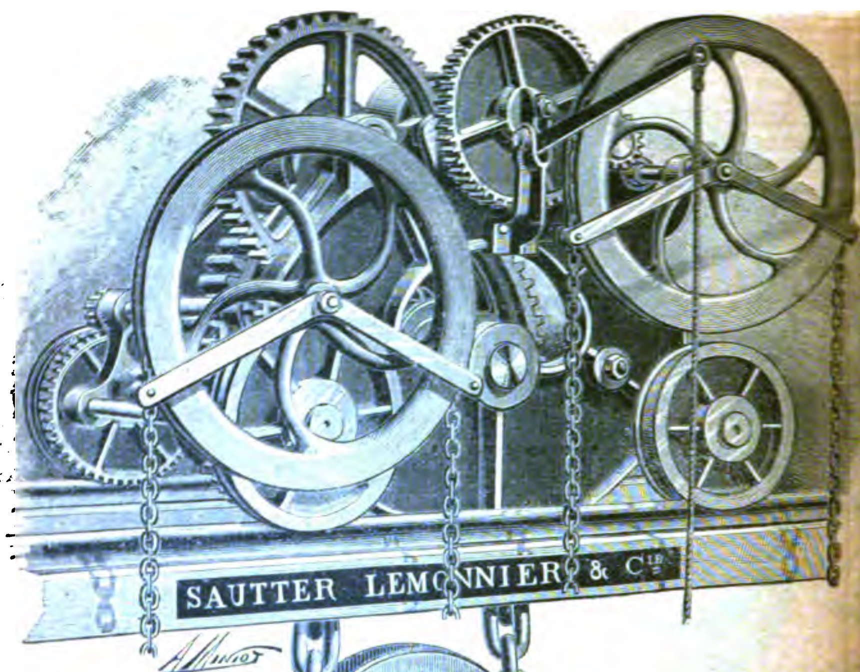
J. & O.-G. PIERSON, 54, faubourg Montmartre, Paris

MAGASIN D'EXPOSITION : 47, RUE LAFAYETTE

PLUS DE **40.000** MOTEURS EN MARCHE

Dont 26.700 sortis de la Maison CROSSLEY

DE **1/2** A **140** CHEVAUX





TRANSMISSIONS
ÉLECTRIQUES

ÉLECTROMOTEURS
DE TOUTES PUISSANCES
1/2 cheval à 1.000 chevaux

APPLICATIONS
Dans les MINES & USINES
métallurgiques
POUR LA COMMANDE DES
POMPES
VENTILATEURS
LOCOMOTIVES
APPAREILS
DE LEVAGE
ETC., ETC., ETC.

APPLICATIONS
De la Commande Électriq
AUX TRANSBORDEURS DE
150 TONNES
60 TONNES
30 TONNES
DES USINES DE SAINT-CHAMOND
50 TONNES
Des Établissements MARREL Frè
15 TONNES
DE MM. SCULFORT & FOCKEDEY
6 TONNES
DES FORGES DE DENAIN & D'AN

TRANSFORMATIO
DE COMMANDE PAR CABLE
EN COMMANDE ÉLECTRIQ
AUX TRANSBORDEURS D
75 TO...
DES USINES DE ... AMO
30 T...
DES ACIÉRIES ... WY

SAUTTER, HARL ... C
RIS — 26, Avenue de Suffren, 2... S

…OSITION UNIVERSELLE, PARIS 1889

2 MÉDAILLES D'OR

CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR

MATÉRIEL pour MINES

VENTILATEURS syst. GENESTE-HERSCHER

BREVETÉ S. G. D. G.

POUR MINES, FORGES, FONDERIES, SOUFFLAGE SOUS GRILLES, ETC.

RENDEMENT GARANTI SUPÉRIEUR A CELUI DE N'IMPORTE QUEL APPAREIL SIMILAIRE CONNU A CE JOUR.

COMPRESSEURS D'AIR A SOUPAPES A INJECTION

Compresseurs d'air, syst. Burckhardt et Weiss **à sec.**

APPAREILS A AIR COMPRIMÉ

PERFORATEURS ET BOSSEYEUSES

Syst. DUBOIS & FRANÇOIS. — Breveté S. G. D. G.

HAVEUSE BLANZY

TREUILS POUR EXTRACTION ET FONÇAGE

A VAPEUR, A AIR COMPRIMÉ ET ÉLECTRIQUES

5 types différents

MACHINES D'EXTRACTION ET TREUILS DE SECOURS

TREUILS MUS PAR TURBINES.

POMPES FRANÇAISES A ACTION DIRECTE

POMPES A COURROIES

Pompes Hélico-Centrifuges. Système [illegible]

POMPES ÉLÉVATOIRES

POUR ÉPUISEMENTS DANS LES MINES, ÉLÉVATION D'EAU

pour Villes et Usines, etc.

Nombreuses Références. — La machine d'épuisement fournie aux houillères de Rochebelle, est comprise pour élever 100 mètres cubes à l'heure à une hauteur totale de 250 mètres d'un seul jet ; son poids a dépassé 40.000 kilos.

CRIBLE GIRATOIRE SYST. COXE, B^TÉ S. G. D. G.

POUR HOUILLES, MINERAIS, ETC., ETC.

PRODUCTION CONSIDÉRABLE DANS UN APPAREIL DE DIMENSIONS RESTREINTES

CASSE-COKE — CASSE-CHARBON — CHAINES A GODETS

LAVOIRS, TRIAGES, CRIBLAGES, DÉSCHISTA

TRAINAGES MÉCANIQUES, VAGONNETS ET VOIES PORT

CHEVALEMENTS MÉTALLIQUES, CHARPENTES EN FER, MO

Cages d'Extraction Fer ou Acier avec Parachu

PALIERS A ROTULES ROQUEL, ÉVITANT LE FROTTEMENT DES CABLES SUR LES

MACHINES & CHAUDIÈRES A VAP

LOCOMOBILES, TRANSMISSIONS, GROSSE CHA

DEVIS ÉTUDES D'INSTALLATIONS, RENSEI

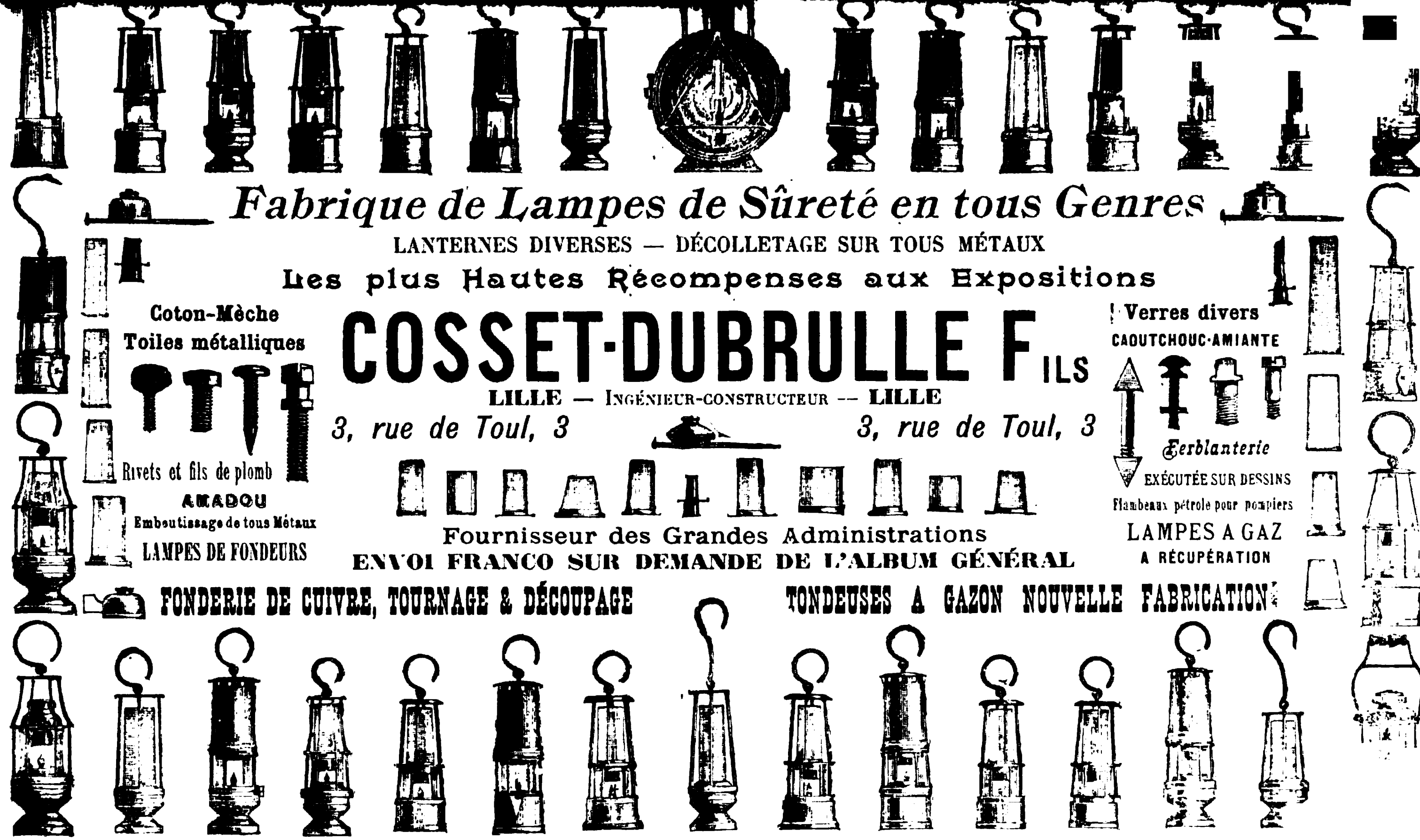
CATALOGUES SUR DEMANDE

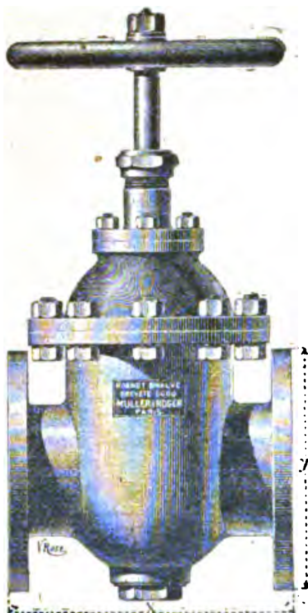
L. PINETTE* CHALON-S.-SAONE (FRANCE)

MAISON FONDÉE EN 1830

Personnel — 250 Ouvriers

Surfaces occupées par les Usines : 25.000 mètres


Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres
LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX
Les plus Hautes Récompenses aux Expositions
Coton-Mèche
Toiles métalliques
COSSET-DUBRULLE FILS
LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE
3, rue de Toul, 3
3, rue de Toul, 3
Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE
Ferblanterie
EXÉCUTÉE SUR DESSINS
Flambeaux pétrole pour pompiers
LAMPES A GAZ
A RÉCUPÉRATION
Rivets et fils de plomb
AMADOU
Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS
Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL
FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE
TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION



ANCIENNES MAISONS

[illegible] & LAINÉ — THIÈBAUT & FILS — BERGÈS & FILS
LEHMANN FRÈRES

MULLER* & ROGER

108, *Avenue Philippe-Auguste*, **PARIS**

Fonderie de Bronze et de Cuivre

APPAREILS ACCESSOIRES
DES
MACHINES ET CHAUDIÈRES A VAPEUR

PURGEURS AUTOMATIQUES

INJECTEURS

Détendeurs — Graisseurs

SOUPAPES DE SURETÉ

POMPES

ROBINET BI-VALVE REVETÉB S.G.D.G.
adopté par la Marine Française

Sur demande envoi des catalogres et prix courants

A LOUER

EXPLOSIFS FAVIE

de la Société française des Poudres de Su

62, Rue de Provence, PARIS

EMPLAÇANT TOUS EXPLOSIFS CON

Innocuité et sécurité absolues

SOCIÉTÉ ANONYME

HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINE

MACHINES D'EXTRACTION

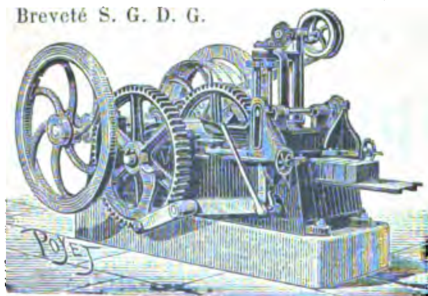
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS ET CHARB

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvérulent pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORES

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures, à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaufferettes de voiture
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion, Engrais, Charbons, Min...
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS OU A VAPEUR, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, suc.
FOURS SECHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉDAILLES D'OR **CONSTRUCTEURS — PARIS** 4 MÉDAILLES

BREVETS D'INVENTION

C. BLETRY Aîné, Ingénieur
Successeur de **BLÉTRY Frères**, maison fo...
2, *boulevard de Strasbourg. — PA...*

COMMISSION DU GRISOU

ÉTABLISSEMENT
DES
DYNAMITIÈRES SOUTERRAINES

RAPPORT PRÉSENTÉ A LA COMMISSION

Par M. LEDOUX, Ingénieur en chef des Mines.

L'usage des dynamitières superficielles, telles qu'elles sont établies en France, présente dans la pratique des inconvénients et des difficultés de plus d'un genre.

Elles doivent être placées loin de toute habitation. Par suite, leur surveillance est difficile, sinon impossible. Le transport journalier de quantités souvent importantes d'explosifs depuis le dépôt jusqu'aux puits et depuis l'orifice des puits jusqu'aux chantiers ne laisse pas d'offrir certains dangers. Ceux-ci deviennent encore plus sérieux en hiver, alors que la dynamite est gelée, phénomène qui se produit dès que la température descend au-dessous de 8°.

Enfin, dans les régions très peuplées, il n'est pas toujours facile de trouver un emplacement convenable, qui soit suffisamment distant de toute habitation, pour supprimer complètement les risques en cas d'explosion de la dynamitière.

On conçoit donc que les exploitants aient cherché à atténuer ces inconvénients.

Au lieu de faire la distribution aux ouvriers des explosifs nécessaires à leur travail du jour soit à la dynamitière même, soit sur le carreau de la mine, on a constitué dans la mine, soit en un seul point, soit à chacun des étages d'exploitation, un petit dépôt, correspondant d'abord à la consommation journalière, puis étendu à celle de deux ou trois jours.

Cette pratique s'est répandue à l'étranger (*) et aurait été, paraît-il, imitée en France.

Les quantités d'explosifs renfermées dans ces dépôts ne dépassent guère 80 kilogrammes en été et atteignent 100 et même 150 kilogrammes en hiver.

Mais on a été plus loin, et nombre d'exploitants ont demandé l'autorisation de remplacer les dynamitières superficielles par des dépôts souterrains, renfermant les provisions de plusieurs mois, soit une quantité pouvant atteindre 2.000 kilogrammes.

L'existence dans les travaux souterrains de masses aussi considérables de matières explosibles soulevait un grand nombre de problèmes divers, et, par une dépêche en date du 12 mai 1893, M. le Ministre des travaux publics chargeait la Commission du grisou d'étudier les règles les meilleures à suivre pour ces installations, telles que celles concernant la profondeur à exiger suivant les

(*) Les règlements autrichiens admettent la présence dans la mine de dépôt de 100 kilogrammes de dynamite, à la seule condition qu'ils soient éloignés d'au moins 100 mètres des chantiers, galeries ou puits dans lesquels circule le personnel.

En Saxe, le règlement sur les mines du 16 janvier 1896 dit :

« Les dépôts d'explosifs de 75 kilogrammes et au dessous doivent « être écartés de 50 mètres au moins des puits en exploitation et de « 10 mètres au moins en ligne droite des chantiers ou galeries servant « normalement à l'exploitation ou à la circulation.

« Si l'endroit du dépôt est relié à de pareils chantiers ou galeries par « une galerie en ligne droite, le dépôt devra être établi d'équerre sur « cette galerie, avec une longueur de 4 mètres au moins.

« Pour les dépôts de plus de 75 kilogrammes, les conditions seront « fixées dans chaque cas par l'autorité minière. »

quantités à approvisionner, la position du dépôt par rapport aux orifices d'entrée et de sortie et aux galeries du voisinage, les mesures spéciales destinées à prémunir contre les effets d'une explosion, à assurer la conservation des explosifs, etc., etc.

M. Sarrau et le regretté Mallard furent chargés d'étudier la question et présentèrent à la Commission un rapport dont les conclusions furent adoptées. Les observations et conclusions de ce rapport peuvent se résumer ainsi :

La profondeur minima à laquelle une charge donnée d'explosifs doit être placée au-dessous de la surface pour que celle-ci ne soit pas atteinte en cas de détonation, dépend de la pression exercée au moment de la détonation sur les parois de la chambre renfermant l'explosif et de la nature du terrain.

La pression provoquée par le poids π (en kilogrammes) d'explosif détonant dans le volume V (exprimé en litres) peut être représentée par la formule :

$$P = \frac{f}{\frac{V}{\pi} - \alpha}$$

où f et α sont des coefficients dépendant de la nature de l'explosif. Pour la dynamite-gomme, par exemple, $f = 9.360$, $\alpha = 0,709$ environ, $\frac{\pi}{V}$ est ce que l'on appelle la densité du chargement, et il résulte de la formule qu'on a avantage à faire $\frac{\pi}{V}$ le plus petit possible.

On obtiendra ce résultat, en prenant pour magasin une galerie de section aussi large que possible et en alignant dans la galerie les caisses non superposées. Si la section de la galerie est, par exemple, de 5 mètres carrés, la caisse renfermant 25 kilogrammes de dynamite, ayant $0^m,33$ de longueur, la densité de chargement sera de

0,01515, et la pression réalisée par une explosion ne dépassera pas 142 kilogrammes par centimètre carré, tandis qu'elle serait de 7.250 kilogrammes avec une densité de chargement égale à $\frac{1}{2}$.

Avec cette disposition, la pression exercée sur les parois par une explosion est indépendante de la quantité d'explosif emmagasinée. La longueur du magasin serait égale à $\frac{C}{75}$, C représentant le poids de la charge en kilogrammes, soit 27 mètres environ pour une provision de 2.000 kilogrammes.

Pour déterminer à quelle distance minimum le magasin doit rester de la surface et des galeries voisines, la Commission constate que l'on n'a, pour résoudre ces graves questions, que les expériences du Génie militaire se rapportant aux mines ne produisant pas d'effets superficiels et qu'on nomme des « camouflets ». Le Génie admet que les effets destructeurs d'une charge de poudre condensée sont limités à un ellipsoïde de révolution dit ellipsoïde de rupture limite. Cet ellipsoïde aurait son axe vertical, passant par le centre de la charge. Les rayons ρ exprimés en mètres à partir du centre auraient pour formule :

$$\rho = \alpha \sqrt[3]{\frac{C}{g}},$$

α est un coefficient dépendant de la direction du rayon et égale à 1,4 suivant l'axe vertical, et à 1,7 suivant l'horizontale ;

g est un coefficient variable suivant la nature du terrain et égale à 1,25 pour la terre légère ;

1,50 pour la terre ordinaire ;

4 à 4,5 pour le roc ou l'excellente maçonnerie ;

C est la charge de poudre noire exprimée en kilo-

grammes. Pour appliquer la formule aux effets de la dynamite, on admet que 1 kilogramme de dynamite équivaut à 3 kilogrammes et demi de poudre noire.

Il est facile de vérifier qu'il suffit de distances relativement faibles ménagées entre le magasin et les points à protéger pour rendre ceux-ci indemnes en cas d'explosion même de charges considérables, condensées. On aura une sécurité bien plus grande, si on considère que la formule s'applique à des charges condensées, tandis qu'il est possible de réduire considérablement la pression en diminuant la densité du chargement, comme il a été dit ci-dessus. Quoi qu'il en soit, la Commission, ayant égard à ce que les formules du Génie sont établies sur des expériences faites avec des charges beaucoup moins fortes que celles qui peuvent se trouver dans une dynamitière, pense que de nouvelles expériences seraient nécessaires pour fixer des chiffres précis.

Invasion des galeries par les gaz de l'explosion et propagation de l'onde condensée.

Un danger des plus graves, contre lequel on ne saurait prendre assez de précautions, serait l'envahissement des galeries de mine par les gaz de l'explosion.

Ces gaz plus ou moins délétères seraient projetés avec une grande violence et seraient susceptibles de produire, si la quantité d'explosif était considérable, les effets mécaniques les plus intenses.

En outre, avant tout effet mécanique produit par la projection des gaz, l'énorme pression développée par la production presque instantanée de ceux-ci engendrera une onde qu'on peut assimiler à une onde sonore et qui transmettra avec une vitesse analogue à celle du son la pression initiale plus ou moins affaiblie. Cette onde se transmettra à la fois dans le sol et dans les galeries.

L'onde transmise dans le sol produira des trépidations plus ou moins intenses analogues à celles d'un tremblement de terre.

L'onde transmise dans les galeries pourra amener des effets analogues à ceux que produit une détonation à l'air libre et qui renversent les toits, les vitres ou les cloisons peu solides. Seulement à l'air libre, l'affaiblissement de la pression transmise est très rapide, tandis que, dans une galerie, l'onde se transmettra comme elle le ferait dans un tuyau, c'est-à-dire que l'affaiblissement n'aura lieu qu'après une distance parcourue considérable.

On ignore quelle serait l'intensité des effets produits par cette onde, l'expérience étant muette sur ce point. Mais tout porte à croire que ces effets seraient extrêmement violents.

Il semble que l'on ne puisse compter, pour l'affaiblissement de l'onde condensée, que sur la multiplication des coudes des galeries à travers lesquelles l'onde se propagera.

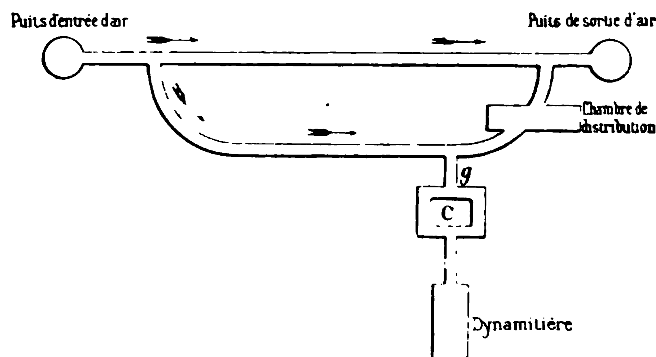


Fig. 1.

Pour obvier a ces divers dangers ou inconvénients, dans la mesure du possible, la Commission avait pensé à recommander les dispositions suivantes. La dynamitière

doit être constituée par une galerie en cul-de-sac aboutissant sur une galerie secondaire, branchée elle-même sur le retour d'air, et dans le voisinage du point de sortie d'air, comme l'indique le croquis schématique ci-contre (*fig.* 1). L'aérage serait obtenu au moyen de canards. La chambre de distribution serait distincte du magasin et distante d'une vingtaine de mètres au moins. Les caisses extraites fermées du magasin seront ouvertes dans la chambre spéciale de distribution.

Pour empêcher l'invasion de la mine par les gaz de l'explosion, et, si possible, la propagation de l'onde condensée, la Commission avait admis qu'un moyen efficace pourrait être celui qui est représenté par le croquis ci-dessus.

Il consiste à interposer, sur le parcours de la galerie d'accès de la dynamitière, un cavalier C en matériaux meubles, qui, projetés par l'explosion, viendraient remplir et obstruer assez complètement la galerie *g* suivie, pour arrêter la propagation de l'onde, tout au moins pour empêcher l'envahissement brusque des travaux par les gaz de l'explosion.

Mais, dans l'état d'incertitude où l'on se trouvait en l'absence de toute expérience faite sur une grande échelle, la Commission estimait que les moyens qu'elle proposait étaient loin de donner une sécurité absolue.

Elle émettait en conséquence le vœu que la Commission des substances explosives fût saisie de la question et qu'elle étudiât, avec les ressources dont elle dispose, les dispositions les plus efficaces à adopter pour arrêter l'envahissement de la mine par les gaz délétères, en cas d'explosion, et la propagation de l'onde condensée.

Ces conclusions furent adoptées par M. le Ministre des travaux publics, qui transmit le vœu de la Commission à son Collègue de la guerre et, par dépêche du 27 novembre 1893, celui-ci saisit la Commission des substances explosives

de l'étude de la question des dynamitières souterraines. M. Maillard et, après sa mort, M. Chesneau, MM. Ledoux et Le Chatelier furent nommés membres adjoints de la Commission des explosifs à l'effet de suivre ces études.

Les recherches de la Commission des substances explosives furent poursuivies pendant les années 1894, 1895 et 1896. Les expériences furent exécutées, sous la direction de M. Vieille, au polygone de Sevran-Livry et à Blanzy, et elles ont conduit la Commission à des conclusions très intéressantes.

Un premier rapport de M. Vieille, en date du 10 octobre 1895, résumait comme suit l'état de la question et les résultats déjà acquis à cette époque :

« Dès ses premières discussions, la Commission est arrivée à la conclusion que les dynamitières souterraines ne pouvaient être établies, dans des conditions de sécurité acceptables, qu'à la condition qu'un dispositif d'obturation, susceptible de fonctionner automatiquement en cas d'explosion, pût être établi sans complication excessive.

« Conformément à l'avis de la Commission du grisou, la Commission des substances explosives estime qu'une réduction convenable de la densité de chargement, dans la partie de la dynamitière occupée par les explosifs, permet d'annuler les actions destructives propagées par la compression du massif, soit sur la surface, soit dans les galeries voisines du centre d'ébranlement, mais elle considère comme susceptible de produire des effets désastreux, à des distances considérables, l'expansion à travers les galeries des gaz provenant de la détonation de la masse explosive. Une obturation, même réduite à la durée de quelques secondes, suffit au contraire, à son avis, pour transformer le phénomène. Dans cet intervalle, en effet, la pression de la masse gazeuse doit se réduire, par le refroidissement, au dixième de sa valeur, et les infiltrations à travers les couches poreuses du massif tendent à abaisser encore la température bien au-dessous de cette limite.

« A l'appui de cette manière de voir, la Commission rappelle que tel est le fonctionnement des explosifs dans toutes les expériences en vase clos, où l'obturation, parfaite au moment de la

pression maximum, ne subsiste pas, en général, dans la période de refroidissement et laisse échapper sous-forme inoffensive, sans bruit et sans érosion, les produits de la combustion.

« Tel est encore le mode de fonctionnement des fourneaux sous-chargés, qui laissent dégager, sous forme de fumée et de gaz sans vitesse, les produits emmagasinés par les terres au moment de l'explosion.

« C'est dans cet ordre d'idées que la Commission a cherché, d'une part, un dispositif d'obturation automatique et, d'autre part, les moyens de le soustraire à des actions locales capables d'en compromettre le fonctionnement.

I. — Dispositif d'obturation automatique.

« La nécessité d'un fonctionnement automatique résulte du fait que l'explosion d'une dynamitière ne paraît admissible que par suite de chocs ou d'inflammation résultant de manipulations intérieures : dans ces conditions, il est évident que c'est pendant que la dynamitière est ouverte et en communication avec le reste de la mine que les dispositifs d'obturation doivent être efficaces, et la Commission a pensé que tout procédé fondé sur la fermeture des portes ou de tampons manœuvrés par le personnel devait être regardé comme une garantie insuffisante, sans parler des difficultés inhérentes à la manœuvre journalière d'engins de masse forcément très considérable, eu égard à l'énormité des efforts qu'ils sont appelés à supporter en cas d'explosion.

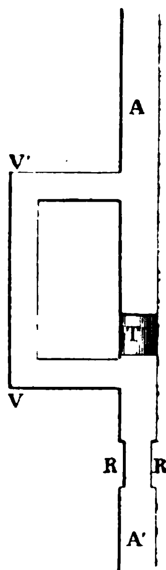


Fig. 2.

« La Commission s'est arrêtée au dispositif suivant, qui ne prête pas aux mêmes objections.

« La galerie d'accès AA' de la dynamitière reçoit un tampon T, du diamètre de la galerie, susceptible de venir s'appliquer, par un déplacement égal environ à son diamètre, sur un siège RR formé par un rétrécissement de la galerie. En temps normal, le tampon reste en T, éloigné de son siège, et la communication des par-

ties A et A′ de la galerie est assurée par la dérivation doublement coudée ou vilbrequin VV′. En cas d'explosion, le retard qu'éprouve la chasse de gaz à parcourir le vilbrequin et les pertes de charge, dues au triple changement de direction rectangulaire du courant gazeux, permettent au tampon d'arriver sur son siège avant qu'il se soit produit un écoulement sensible par la dérivation. Ce dispositif, expérimenté sur un appareil d'essai de laboratoire, ayant fourni des résultats satisfaisants, la Commission a été conduite à établir un appareil de dimensions plus considérables, permettant d'étudier le fonctionnement de l'obturation dans des conditions se rapprochant de la pratique.

« L'appareil, établi à Sevran, se compose d'un tube en tôle rivée de 30 centimètres de diamètre et de 9 mètres de longueur figurant la galerie affectée à la dynamitière : le tube est fermé à l'une de ses extrémités et présente à l'autre extrémité la dérivation doublement coudée et le siège destiné à recevoir le tampon après son déplacement.

« Les expériences ont montré que des pressions très faibles, n'atteignant pas 5 kilogrammes par centimètre carré, c'est-à-dire le 1/20 de la pression prévue par la Commission du grisou, suffisent à provoquer le déplacement du tampon et la fermeture hermétique, sans fuite appréciable par la dérivation.

« Dans les expériences effectuées sous des pressions plus fortes atteignant 25 ou 30 kilogrammes, la Commission s'est trouvée aux prises avec des difficultés résultant de l'insuffisance de la résistance du tube et du siège soumis à la percussion violente du tampon obturateur : les procès-verbaux rendent compte des ruptures observées dans ces conditions; mais, au point de vue spécial du fonctionnement du système obturateur, ces expériences n'en restent pas moins probantes, parce qu'elles ont permis de constater que le tampon est moulé sur son siège avant toute fuite par la dérivation.

« Les expériences effectuées sous des pressions très réduites, dans lesquelles la pression sur le tampon obturateur ne dépassait pas 1 kilogramme par centimètre carré, ont permis de constater le déplacement du piston et son application sur son siège, de sorte que la Commission estime que le système, convenablement allégé en vue du fonctionnement sous de faibles pressions, pourrait être utilisé, soit pour protéger la dynamitière contre les effets d'un coup de grisou, soit pour assurer l'isolement des diverses parties d'une mine, en limitant les effets d'une explosion à la région dans laquelle elle s'est produite.

« On peut observer qu'il n'y a pas lieu de considérer l'accroissement des dimensions du système comme une cause de fonctionnement moins parfait. Il est aisé de voir, en effet, que, si l'on conserve la similitude, des tampons de même nature, mis en mouvement par les mêmes pressions, arriveront sur leur siège avec les mêmes vitesses, mais dans des temps croissant dans le rapport de similitude. Mais comme, d'autre part, les retards dus aux parcours de la dérivation ou aux réflexions résultant des changements brusques de direction croissent également dans le rapport de similitude, le rapport des durées de déplacement soit du tampon, soit de la chasse de gaz obligée de parcourir la dérivation, reste le même, quelles que soient les dimensions du système, et les mêmes raisons physiques qui assurent le bon fonctionnement d'un appareil de 30 centimètres de diamètre doivent assurer l'obturation d'une galerie de section normale.

« Dans ces expériences, les charges explosives étaient constituées par la poudre noire, c'est-à-dire par une matière explosive à combustion lente. Ces conditions sont évidemment moins favorables qu'une compression brusque au déplacement rapide de l'obturateur; mais il était nécessaire de constater le fonctionnement du système dans ces conditions, parce qu'il y a lieu de prévoir que, dans le cas d'un incendie provoqué dans une dynamitière, une période de combustion relativement lente précéderait forcément la détonation.

« La Commission regarde donc les expériences qu'elle a effectuées dans l'appareil mentionné plus haut comme suffisantes pour établir l'efficacité sous les pressions moyennes, et *a fortiori* sous les pressions élevées, du dispositif auquel elle s'est arrêtée, à la condition que le tampon obturateur et le siège sur lequel il s'appuie soient susceptibles de résister sans dislocation aux chocs et aux pressions auxquels ils sont soumis.

II. — Étude de la résistance du dispositif d'obturation.

« L'étude des conditions de résistance du tampon obturateur aux percussions produites par l'explosion est indépendante du fonctionnement de la dérivation. Il a, par suite, été possible, pour cette étude, de simplifier l'appareil par la suppression de la dérivation.

« La Commission a utilisé pour ses expériences un canon de 27 centimètres, hors de service, mis à sa disposition par le labo-

ratoire central de la marine, à Sevran. Ce canon a été muni à la bouche d'une plaque réunie au canon par une couronne de boulons et portant le siège sur lequel venait s'appliquer le tampon obturateur, après un parcours dans l'âme de 1 calibre environ.

« La grande résistance de la pièce a permis d'utiliser les explosifs dans les conditions de densité de chargement du 1/100ᵉ prévues par la Commission du grisou, et en provoquant la détonation de la charge par une amorce au fulminate.

« La Commission a expérimenté dans ces conditions différents types de sièges dont l'orifice de sortie était réduit aux 3/4 ou aux 2/3 de la section du tube; elle a étudié également divers types de tampons, les uns sphériques, formés de rondelles de carton assemblées par un boulon formant un diamètre de la sphère, les autres cylindriques, constitués par des rondelles de carton ou de bois simplement clouées les unes sur les autres. Les expériences ont conduit à regarder comme préférable ce dernier type de tampon cylindrique combiné avec un siège plan représentant un orifice de section réduite aux 2/3 de la section principale.

« Les dernières expériences effectuées par la Commission dans sa séance du 28 septembre, à Sevran, sont particulièrement probantes. La détonation de la charge par l'ouverture de la plaque formant siège, sans interposition de tampon obturateur, donne lieu à une violente explosion, comparable à celle d'une bouche à feu de gros calibre. L'interposition d'un tampon obturateur ne laisse percevoir qu'un bruit comparable à l'explosion d'une amorce, et la totalité des gaz et des produits solides restent confinés dans les tubes où la pression, par suite du refroidissement des condensations et de fuites inoffensives, se réduit en quelques secondes à une valeur insignifiante.

« L'appareil dont disposait la Commission ne permettait pas de faire varier la position du système obturateur par rapport à la charge explosive, et c'est toujours suivant l'axe du système détonant que le tampon obturateur a été disposé.

« Or il résulte d'études antérieures que des phénomènes ondulatoires se produisent toujours dans la déflagration violente de charges explosives allongées, et que c'est, par suite, aux extrémités des capacités closes allongées, dans lesquelles se produit la déflagration, que doivent s'observer les surpressions, parfois considérables, qui résultent de l'arrêt des masses gazeuses en mouvement.

« La Commission a contrôlé, par des mesures directes de pression effectuées dans l'éprouvette de 27 centimètres, la réalité de

ces surpressions, qui ont atteint des valeurs s'élevant jusqu'à quatre fois la pression moyenne correspondant à l'entière combustion de la charge.

« D'autre part, des expériences en vase clos, de laboratoire, effectuées sur des tubes de 3 à 4 mètres de longueur, avec enregistrement des pressions aux extrémités du tube et sur divers points de sa longueur, ont montré le caractère périodique des surpressions aux extrémités, qui fonctionnent comme des nœuds, alors que la partie moyenne du tube fonctionne comme ventre et ne supporte que des pressions très réduites et voisines de la pression normale.

« Ces observations conduisent la Commission à une conclusion importante, concernant la disposition des dynamitières : c'est la nécessité d'adopter la disposition en T, dans laquelle la branche serait affectée au dépôt d'explosif et l'autre branche, ou galerie d'accès, recevrait le dispositif d'obturation et le vilbrequin de branchement.

« Dans ces conditions, quel que soit le point initial de l'explosion, le dispositif d'obturation sera soustrait aux surpressions résultant de la propagation de la détonation dans la galerie, et il y a lieu de penser que les conditions réalisées dans les expériences de la Commission sont plus dures pour le dispositif d'obturation que celles qui se présenteraient dans la pratique.

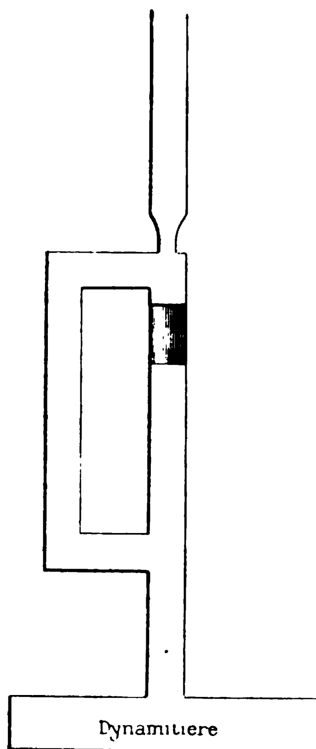


Fig. 3.

« En ce qui concerne l'influence de l'accroissement des dimensions du système sur les effets mis en jeu pendant l'obturation, on doit observer que, sous des pressions motrices égales, les tampons abordant le siège avec la même vitesse, les forces vives à éteindre, dans le travail de compression et de matage du tam-

pon, croissent comme le cube du rapport de similitude; d'autre part, les surfaces d'appui croissent comme le carré de ce rapport, et la déformation du tampon dans le sens de sa longueur croît aussi comme le rapport de similitude : il y a donc lieu de prévoir, dans tous les cas, le même effort moyen de résistance du siège par centimètre carré.

« Il reste à signaler, enfin, que le mode de formation des tampons par rondelles de carton flexible superposées se prête au montage dans la mine, sans difficulté de passage des éléments par l'orifice rétréci du siège. La Commission a lieu de penser qu'un diamètre voisin de $1^m,50$ peut être obtenu sans difficultés industrielles.

« La confection des tampons a pu également être réalisée par application de planches de bois tendre, tel que le peuplier, assemblées dans les conditions que nécessiteraient les dimensions d'une galerie normale.

« Bien que ce système ait fonctionné d'une façon satisfaisante sous les pressions élevées, la Commission est d'avis qu'en raison des déformations considérables qu'il subit, il ne devrait être appliqué qu'à la préparation de tampons légers destinés à fonctionner sous les faibles pressions résultant d'une explosion de grisou.

III. — Influence des coudes sur la répartition des pressions.

« Les expériences entreprises par la Commission ont également fourni quelques données sur le rôle qu'exercent les coudes et les brusques changements de direction imposés aux masses gazeuses sur le mode de répartition des pressions dans les galeries.

« Ces expériences encore incomplètes, effectuées, au laboratoire central des poudres, sur des tubes en acier de 22 millimètres de diamètre intérieur, montrent que l'influence des coudes consiste dans l'atténuation rapide des effets dynamiques qu'exerce la mise en mouvement des masses gazeuses, de telle sorte que la pression mesurée à l'extrémité de la galerie se rapproche de la valeur de la pression statique correspondant à l'expansion des gaz dans le volume total.

« Les nombres suivants sont donnés à titre de premier renseignement sur ce sujet.

« A l'aide d'une charge explosive convenable, condensée à l'extrémité d'une galerie, on provoque une pression locale à cette

extrémité de 1.000 à 1.200 kilogrammes par centimètre carré. Les gaz se détendent dans la galerie rectiligne et produisent à l'autre extrémité une pression de 350 kilogrammes environ, égale à trois fois et demie la pression moyenne statique qui résulterait de la combustion de la charge uniformément répartie dans le volume. Il suffit, sans changer la longueur de la galerie, d'y disposer un seul coude rectangulaire pour que la pression à l'extrémité opposée à la charge s'abaisse au-dessous de 150 kilogrammes, c'est-à-dire à une valeur voisine de la pression moyenne.

CONCLUSIONS.

« En résumé, les expériences entreprises par la Commission conduisent à un certain nombre de règles dont l'application lui paraît indispensable au succès d'une expérience en grand.

« Elle est d'avis que les résultats dès à présent obtenus suffisent à rendre praticable une expérience de cette nature. »

Paris, le 10 octobre 1895.

Le rapporteur,
P. VIEILLE.

Adopté par la Commission des substances explosives, dans sa séance du 10 octobre 1895.

Le secrétaire,
P. VIEILLE.

Le président,
BERTHELOT.

On voit qu'à cette époque la Commission des substances explosives n'osait pas encore se prononcer sur l'efficacité absolue du tampon obturateur, en cas d'explosion, et elle pensait que des expériences en grand étaient nécessaires pour donner une certitude.

Des expériences de cette nature entraînent, outre des dépenses considérables, des difficultés matérielles d'installation toutes spéciales résultant des zones dangereuses à prévoir en cas d'insuccès des dispositifs expérimentés. — Grâce au généreux concours du Comité Central des Houillères de France et de la Cie de Blanzy, toutes ces difficultés furent surmontées, et les expériences furent exécutées à Blanzy, le 21 décembre 1895.

Les conditions dans lesquelles elles furent effectuées et les résultats qu'elles fournirent furent relatées avec beaucoup de précision et de clarté dans un remarquable rapport de M. Vieille en date du 9 avril 1896.

Ce rapport ayant été publié *in extenso* dans les *Annales des Mines* (*), je me contenterai d'en donner un résumé succinct.

La dynamitière établie par les soins de la Cie de Blanzy, conformément aux dispositions précédemment admises par la Commission, renfermait 500 kilogrammes de dynamite en caisses disposées dans une première galerie de 10 mètres de longueur et 5 mètres carrés de section, de façon à réaliser la densité de chargement de 1 : 100.

Le système obturateur, disposé dans une deuxième galerie perpendiculaire à la première, se composait d'un tampon de $1^m,50$ de diamètre et $1^m,50$ de longueur, formé sur les deux tiers de son épaisseur de feuilles de carton de 3 millimètres d'épaisseur et, sur un tiers, de panneaux de bois simplement cloués les uns sur les autres, de façon à former une masse cylindrique. Ce tampon était susceptible d'obturer la galerie d'accès de la dynamitière, en venant s'appliquer sur un siège formé par un massif de béton renforcé par des armatures métalliques.

La disposition adoptée est figurée sur le plan joint au rapport déjà cité de M. Vieille (**). La communication de part et d'autre du tampon était établie par une galerie doublement coudée en vilbrequin, de $1^m,70$ de largeur et $1^m,70$ de hauteur, boisée, et contournant un massif rectangulaire de 4 mètres de côté. L'un des tronçons de cette galerie CD avait été prolongé en cul-de-sac de manière à accroître encore les pertes de charge résultant de l'écoulement des gaz dans les tronçons successifs.

(*) V. *suprà*, p. 89.
(**) V. *suprà*, p. 100, *fig.* 4.

Pour étudier l'étendue de la zone dans laquelle s'exercent les compressions latérales, la Cie de Blanzy avait fait forer depuis la surface un puits vertical de 20 mètres de profondeur, descendant au niveau de la chambre d'explosion et distant horizontalement de 15 mètres de cette chambre.

La galerie d'accès, de 50 mètres de longueur, débouchait dans le fond d'une carrière à ciel ouvert. L'épaisseur du terrain au-dessus de la chambre était de 20 mètres de terrains schisteux et sableux. L'explosion de la charge de dynamite n° 1 à 75 p. 100 de nitroglycérine, provoquée par l'amorce au fulminate, n'a donné lieu qu'à une trépidation sourde, sans projection ni chasse gazeuse apparente par la galerie d'accès. Le fonctionnement du tampon de 1m,50 de diamètre, s'appuyant sur un siège annulaire de 0m,25 de largeur, a été tout à fait analogue à celui qui avait été observé dans les essais antérieurs sur des tampons de même nature et d'un diamètre six fois moindre. Des projections de matériaux légers se sont étendues sur quelques mètres de galerie et n'ont déterminé aucun déplacement du boisage, ni des objets, tels que wagonnets, planchettes, qui avaient été déposés dans cette galerie ou à sa sortie.

Dynamitières superficielles enterrées.

Dans cette même séance du 21 décembre 1895, la Commission a pu effectuer des expériences d'une autre nature, en vue d'étudier les conditions d'établissement d'un deuxième type de dynamitière enterré à des profondeurs relativement faibles et sans communication avec les travaux. Ces dynamitières, que nous appellerons dynamitières superficielles enterrées, fonctionneraient en cas d'explosion comme des fourneaux de mine avec des effets extérieurs plus ou moins atténués suivant la profondeur

adoptée, et il y a lieu de penser que ce type de dynamitière est susceptible d'assurer pour le voisinage des conditions de sécurité très supérieures à celles des dynamitières superficielles qu'on établit aujourd'hui. Les études de la Commission sur les conditions les plus favorables à réaliser dans l'établissement du nouveau type de dynamitières superficielles furent poursuivies pendant l'année 1896. Des essais suivis ont été exécutés à Sevran-Livry en vue de déterminer l'influence sur les projections extérieures de la densité du chargement, de l'allongement de la charge et de l'épaisseur du recouvrement. Les résultats de ces essais sont consignés dans une note qui fait suite au rapport déjà cité de M. Vieille. Des expériences en grand auront lieu prochainement à Montceau, grâce au précieux concours de la C[ie] de Blanzy, qui a de nouveau mis libéralement au service de la Commission les ressources dont elle dispose.

Cette question de l'établissement des dynamitières superficielles enterrées est donc encore à l'étude. Elle sera l'objet, ultérieurement, d'un rapport spécial.

Si les nouvelles expériences confirment les résultats déjà acquis, la question des dynamitières souterraines perdra certainement beaucoup de son intérêt. S'il est démontré en effet que, moyennant des précautions faciles à réaliser, les dynamitières superficielles recouvertes d'une épaisseur de terre suffisante ne présentent point de dangers pour le voisinage, elles pourront être placées à proximité des sièges d'exploitation, sous la surveillance constante et immédiate des agents; elles seront, en outre, à l'abri de la gelée, et il suffira de prendre quelques précautions pour empêcher celle-ci d'agir sur les explosifs pendant le transport jusqu'au puits.

Les principaux inconvénients des dynamitières à l'air libre seraient ainsi écartés, et l'on n'aurait plus absolument besoin de recourir à la solution des dynamitières souter-

raines qui, quelles que soient les précautions prises et l'efficacité des moyens étudiés, ne donne pas et ne peut pas donner une sécurité absolue, en raison des précautions minutieuses et continues nécessaires pour assurer le bon fonctionnement du dispositif d'obturation.

Dynamitières souterraines.

Toutefois la Commission, étant saisie par M. le Ministre des travaux publics de l'étude des dynamitières souterraines, pense, sous la réserve précédente, qu'elle doit fournir une réponse aux diverses questions qui lui ont été posées, et elle estime que l'on peut formuler comme suit les règles à suivre et les principes à observer dans l'établissement de ces dépôts.

1° Les dangers d'inflammation accidentelle de la poudre noire étant beaucoup plus grands que ceux que présentent les explosifs nitrés, les dépôts souterrains de cette substance, soit seule, soit dans le même magasin que les explosifs nitrés, sont interdits ;

2° On devra aussi s'abstenir soigneusement de renfermer les amorces dans le même local que les explosifs;

3° Les caisses d'explosifs seront déposées fermées dans le magasin souterrain. L'ouverture des caisses et la manipulation des cartouches auront lieu dans une chambre spéciale distante d'au moins 20 mètres du magasin ;

4° L'éclairage de la dynamitière et de la chambre de manipulation se fera exclusivement au moyen de lampes de sûreté ou de lampes électriques.

5° *Emplacement et disposition de la dynamitière.* — L'emplacement de la dynamitière doit être choisi dans le

voisinage du puits de sortie d'air. La galerie d'accès AA sera en communication avec la galerie de retour d'air par

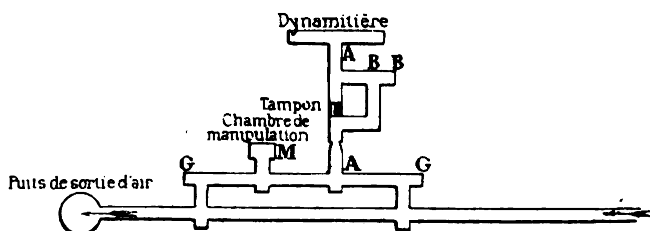


Fig. 4.

l'intermédiaire d'une galerie secondaire GG, comme l'indique le croquis schématique ci-joint (*fig.* 4).

Toutes ces galeries seront à angle droit les unes par rapport aux autres, et chacune d'elles sera prolongée de 2 mètres environ en cul-de-sac au-delà du croisement dans le sens de la poussée des gaz.

Cette disposition a pour objet d'amortir notablement les effets mécaniques d'une explosion, comme le montrent les expériences de Sevran.

La dynamitière sera établie au rocher (sauf des espèces particulières) dans une galerie bien sèche disposée perpendiculairement à la galerie d'accès, comme la branche supérieure d'un T.

Les caisses renfermant les explosifs seront déposées sur des tablettes, elles seront alignées et non superposées.

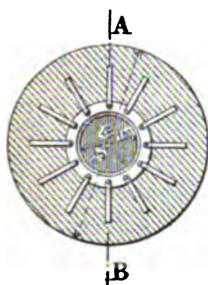
La quantité d'explosif emmagasinée par mètre courant et la section de la galerie seront calculées de telle sorte que la densité de chargement, c'est-à-dire le rapport des poids en kilogrammes d'explosifs existant sur une longueur donnée au volume correspondant de la galerie, exprimé en litres, ne dépasse pas un centième.

La galerie d'accès sera fermée par une porte solide à claire-voie.

6° *Dispositif d'obturation.* — Le système d'obturation placé dans les galeries d'accès sera établi conformément au type expérimenté à Blanzy, légèrement modifié en ce qui concerne la longueur du massif servant de logement au tampon. Les dispositions suivantes sont celles qu'a indiquées la Commission des explosifs (*).

Le logement du tampon et le siège d'appui sont constitués par un massif de béton ayant la forme indiquée dans le croquis ci-après (*fig.* 5).

Coupe suivant CD



Coupe suivant AB

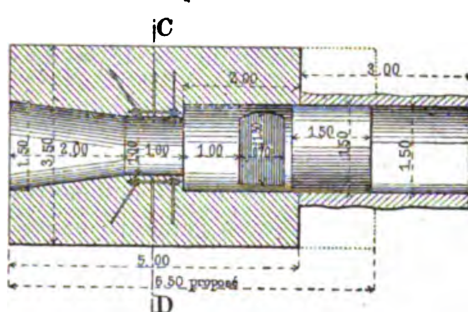


Fig. 5.

Il est traversé suivant son axe par une galerie circulaire de $1^m,50$ de diamètre sur 2 mètres de longueur, brusquement rétrécie dans sa partie moyenne, de façon à former le siège plan du tampon.

Au niveau de la partie rétrécie, le béton est renforcé par une ossature métallique noyée dans la masse et destinée à prévenir l'arrachement du siège sous la violence du choc. La galerie rétrécie se raccorde à l'arrière avec la galerie d'accès par un tronc de cône s'évasant sur 2 mètres de longueur au diamètre de $1^m,50$.

Il importe que les parois du logement du tampon soient

(*) Rapport de M. Vieille, *suprà*, p. 96 et suiv.

bien lisses et étanches et que le gabarit reste parfaitement constant. Il faut pour cela que l'emplacement choisi soit à l'abri des mouvements produits par l'exploitation et que le massif ait des dimensions suffisantes pour résister à la pression des terrains.

La communication, de part et d'autre du tampon, sera établie par une galerie doublement coudée en vilbrequin, contournant un pilier rectangulaire de 4 mètres environ de côté. Les tronçons de cette galerie se couperont à angles vifs, et l'un d'eux sera prolongé en cul-de-sac BB comme l'indique la figure.

Mode de construction du tampon. — Le tampon est constitué par un bloc cylindrique de $1^m,50$ de diamètre sur $1^m,50$ de longueur.

Il est formé sur les 2/3 de sa longueur, soit 1 mètre, par des feuilles de carton de l'espèce dite carton-cuir de $1^m,50$ de diamètre et 35 millimètres d'épaisseur. Les feuilles découpées au diamètre exact de la galerie sont clouées par lit de 5 feuilles les unes sur les autres par des clous de longueur double de l'épaisseur du lit. Ces clous sont régulièrement distribués sur toute la surface au moyen d'un gabarit. Pour éviter la formation de surfaces d'arrachement de moindre résistance, le gabarit de clouage subit, après la mise en place de chaque lit, une rotation d'angle constant, qui s'oppose à la superposition des clous, suivant des parallèles à l'axe du tampon.

Le dernier tiers de la longueur du tampon, du côté du siège, est constitué par des panneaux circulaires en bois tendre de peuplier de 30 millimètres d'épaisseur. Les éléments de ces panneaux, formés de planches de 30 centimètres de longueur rainées sur leur tranche, se montent sans difficulté comme les lits de carton, sur lesquels ils sont cloués et superposés, au moyen de pointes réparties sur un deuxième gabarit établi de façon à éviter le clouage sur les joints.

Les joints des panneaux de bois successifs sont croisés par une rotation de 120° à chaque lit.

Le tampon est ainsi établi dans une galerie à parois lisses et étanches qu'il obture complètement. Il a à se déplacer de 1^{m},88 suivant l'axe de la galerie, pour venir s'appuyer contre son siège. Dans ces conditions et sous une pression moyenne de 50 kilogrammes le tampon aborde son siège avec une vitesse de 110 mètres par seconde environ.

Pour assurer la conservation du tampon, les bois et le carton devront être injectés à la créosote; les parois de la galerie et les fonds du tampon seront goudronnés.

Un tampon témoin, de diamètre réduit à 0,30, constitué par les mêmes matériaux que le premier et déposé en arrière dans la galerie de la dynamitière, sera examiné périodiquement, il permettra de découvrir les détériorations à craindre dans le tampon principal et de déterminer la période utile de son remplacement.

7° La ventilation de la dynamitière est indispensable à cause du dégagement des vapeurs de nitroglycérine qui sont toxiques. Elle peut être obtenue par une porte, des tuyaux d'aérage ou canards et, au besoin, un ventilateur. La seule difficulté se rencontre dans le passage de 1 mètre compris entre le siège et la porte par laquelle la galerie de dérivation pénètre dans le logement du tampon. Il convient, en effet, que la conduite ne puisse dans cet intervalle s'opposer, au moment de l'explosion, au mouvement du tampon ou compromettre l'obturation par l'interposition de débris sur son siège. Une manche en étoffe imperméable soutenue par une spirale métallique, et venant se raccorder avec les extrémités des deux parties de la canalisation, semble de nature à résoudre le problème.

8° La profondeur à laquelle la dynamitière doit être

établie pour ne pas compromettre, en cas d'explosion, la sécurité de la surface, ainsi que l'épaisseur du massif solide qui doit la séparer des travaux voisins peuvent être calculés par la formule du Génie :

$$\rho = 1{,}75 \frac{\sqrt[3]{\alpha C}}{g}$$

dans laquelle ρ est la distance limite de rupture, α un coefficient dépendant de la nature de l'explosif et égal à 1 pour la poudre noire, à 2,5 pour la dynamite n° 1 à 75 p. 100 de nitroglycérine, à 3,5 pour la dynamite-gomme;

C la charge d'explosifs exprimée en kilogrammes;

g un coefficient dépendant de la nature du terrain et égal à :

1,25 pour la terre légère;

1,50 pour la terre ordinaire;

4 à 4,50 pour le roc.

Les distances calculées par cette formule devraient être doublées pour donner toute sécurité, avec les charges non condensées des dynamitières établies d'après les prescriptions précédentes.

Si on l'applique, en effet, aux conditions de l'expérience de Blanzy, on trouve, en faisant $g = 4$, $\alpha = 2{,}5$, $C = 500$, $\rho = 11{,}9$ et en doublant, 23,80, chiffre supérieur à la valeur de la distance réelle de rupture, puisque le fourneau, placé à 20 mètres au-dessous de la surface, a laissé celle-ci indemne, et que le petit puits placé à 15 mètres de distance horizontale seulement, n'a pas été atteint.

9° La Commission du grisou, adoptant l'avis de la Commission des explosifs, pense que le dispositif de Blanzy est applicable sans modification à des dynamitières de capacité supérieure à 500 kilogrammes, à la seule condition de faire varier proportionnellement à la charge le

volume de la galerie affectée au dépôt de l'explosif, et celui de la chambre de détente comprise entre le siège du tampon et la dynamitière proprement dite.

10° Une dernière question se présente. Doit-on dans tous les cas rendre obligatoire le dispositif d'obturation, ou bien peut-on en limiter l'emploi aux dynamitières destinées à emmagasiner des quantités considérables d'explosifs? Dans ce dernier cas, quelle limite convient-il de fixer?

Il faut reconnaître que l'établissement d'un système d'obturation, tel que celui de Blanzy, est fort coûteux et qu'il comporte en outre, dans la pratique, des sujétions et des difficultés pour la circulation des hommes et des produits, l'aérage, l'entretien du tampon, etc.

Il semble donc naturel de ne le rendre obligatoire que pour les dynamitières renfermant de fortes quantités d'explosifs.

La détonation de quelques kilogrammes d'explosifs dans un dépôt non pourvu du dispositif d'obturation, mais établi avec les précautions expliquées ci-dessus, ne paraît pas présenter de dangers sérieux. Mais à quelle quantité doit-on s'arrêter?

On a vu que dans certaines mines l'usage s'est introduit de magasins servant de dépôt pour la provision de deux ou trois jours, et que la quantité d'explosifs y atteint 100, quelquefois même 150 kilogrammes.

Quels seraient les effets produits par la détonation d'une centaine de kilogrammes d'explosifs placés dans un dépôt communiquant librement avec les travaux, c'est ce qu'il est impossible de prévoir *a priori*. Il est possible que l'emplacement sur le retour d'air et dans le voisinage du puits de sortie suffise pour empêcher l'envahissement des travaux par les gaz délétères, et que la disposition en T de la dynamitière et les coudes nombreux de la galerie

d'accès, refroidissent assez les gaz et diminuent suffisamment leur pression pour atténuer dans une large mesure les effets mécaniques de l'onde condensée. Mais on manque de données précises à cet égard, et l'on peut se demander si le puits lui-même, et particulièrement les appareils d'aérage placés à la surface, ne seraient pas affectés par la détonation.

L'expérience n° 2 de Blanzy, effectuée avec 200 kilogrammes de dynamite, placés dans une galerie de 4 mètres carrés de section et communiquant librement avec le jour par une galerie d'accès perpendiculaire à la première et de 25 mètres de longueur, a donné lieu à des projections considérables et provoqué l'éboulement complet des galeries. La densité du chargement rapportée à la section de la dynamitière était de $\frac{1}{50}$; rapportée au volume total de la chambre d'explosion, elle n'était pas supérieure à $\frac{1}{200}$. Les dispositions d'ensemble étaient, en somme, moins favorables que celles qui résulteraient des prescriptions recommandées par la Commission. Toutefois, les effets de bouleversement produits par l'explosion ont été extrêmement violents et prouvent qu'il est prudent, dans un dépôt communiquant librement avec les travaux, de se tenir bien loin du chiffre de 200 kilogrammes.

On peut, du reste, atténuer beaucoup les dangers d'une explosion, tout en conservant une quantité totale d'explosifs en rapport avec les nécessités de la pratique journalière, en fractionnant cette quantité en un certain nombre de dépôts partiels, assez voisins pour constituer un ensemble, assez éloignés pour que l'explosion de l'un d'eux n'influence pas les autres. La disposition en pourrait être celle qu'indique le croquis schématique ci-joint (*fig.* 6) D, D, D, D seraient les dépôts partiels d'explosif.

Pour que ces dépôts fussent d'un usage pratique, il

faudrait que l'on pût placer dans chacun d'eux au moins une caisse, soit 25 kilogrammes d'explosif. Mais il serait prudent de ne pas dépasser ce chiffre.

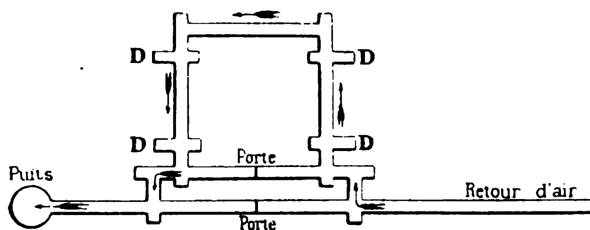


Fig. 6.

On augmenterait encore la sécurité en plaçant la caisse dans une niche située au fond de chacun des bouts de galerie D, D, D, D, maçonnées et fermées par une porte solide en tôle. Les dimensions de cette niche ne dépasseraient pas beaucoup celles de la caisse.

Tout en reconnaissant que le système du fractionnement du dépôt en dépôts partiels, ne renfermant pas plus de 25 kilogrammes d'explosif et disposés suivant les indications précédentes, semble offrir des garanties suffisantes de sécurité, la Commission estime qu'avant de se prononcer définitivement sur la question, il serait nécessaire de faire des expériences ayant pour objet de déterminer avec quelque certitude :

1° Les effets que produirait sur les travaux voisins l'explosion d'une caisse de 25 kilogrammes de dynamite, et, par suite, la distance minima à laquelle le dépôt doit être placé du puits de sortie d'air et des chantiers des galeries dans lesquels se trouvent des hommes ;

2° La distance minima qu'il convient de réserver entre les dépôts partiels, ainsi que les dispositions les meilleures à adopter, pour que l'explosion de l'un d'eux ne se communique pas aux autres.

ACCIDENTS CAUSÉS

PAR DES

RUPTURES DE TUBES A FUMÉE

DE 1888 A 1896

Par M. C. WALCKENAER, Ingénieur des Mines,
Secrétaire de la Commission centrale des Machines à vapeur.

Sur les chemins de fer où circulent des locomotives pourvues de tubes à fumée en laiton, l'écrasement ou la rupture d'un de ces tubes est un accident assez fréquent: sur un des réseaux français, pendant le 2e semestre de 1895, les avaries de cette espèce ont eu lieu en service sur le pied moyen de 13 à 14 ruptures par an et par 100 locomotives à tubulures de laiton. Cet accident est généralement inoffensif. Le petit diamètre des tubes, les dispositions de la chaudière, sa situation en plein air, sauvegardent, dans la plupart des cas, le mécanicien et le chauffeur. — De temps à autre cependant, un accident de personne s'ensuit : c'est lorsque l'avarie coïncide avec une circonstance spéciale, par exemple lorsque la porte du foyer est ouverte ou mal fermée, ou lorsque la locomotive stationne sur une fosse et qu'un agent, descendu pour graisser le mécanisme, s'y trouve surpris par le flux brûlant refoulé hors du cendrier. En France, dans l'espace de quatre ans (1893-1896), il est arrivé six fois que des accidents de cette sorte ont causé, à des agents des chemins de fer, des incapacités de travail excédant vingt jours ; en 1896, l'un de ces accidents a brûlé un

mécanicien assez grièvement pour qu'il ait eu cent huit jours d'interruption de service.

Mais qu'au lieu de fonctionner en plein air, comme une locomotive, une chaudière soit placée à l'intérieur d'une usine ou d'un bateau, la rupture d'un ou plusieurs tubes à fumée sera une éventualité beaucoup plus redoutable, surtout si les tubes sont de fort diamètre, si la façade du générateur offre par ses ouvertures une sortie facile aux fluides brûlants, si la chambre de chauffe est étroite ou mal pourvue d'issues.

De 1888 à 1896, le Ministère des Travaux publics a eu connaissance de 15 cas où, en dehors de l'enceinte des chemins de fer, des ruptures de tubes à fumée ont causé des accidents de personnes (*). Il en est résulté 8 morts, 13 blessures graves; 7 personnes furent, en outre, légèrement blessées lors des mêmes accidents. Sauf pour deux hommes blessés par des tuiles arrachées d'un toit, les lésions des victimes sont toujours et uniquement des brûlures. Aucun des tubes qui ont donné lieu à ces 15 accidents n'est en acier ni en fer; ces tubes sont tous en laiton, sauf dans 1 cas où la matière est du cuivre. Leurs diamètres mesurent de 6 à 9 centimètres dans 7 cas, 10 centimètres ou plus dans les 8 autres; mais toutes les morts sont causées par les tubes de cette seconde catégorie, sauf une seule qui correspond à la condition d'emplacement la plus défavorable, celle d'une chambre de bateau. Réciproquement, parmi les 8 accidents qui proviennent de tubes mesurant au moins 10 centimètres de

(*) Ce relevé ne comprend ni un accident survenu le 13 avril 1893 à Chantenay (Loire-Inférieure), où 2 ouvriers ont été blessés par le déplacement (et non la rupture) d'un tube à fumée amovible, ni un accident qui a coûté la vie à 2 hommes, le 19 février 1896, à bord d'un bateau de pêche à vapeur du port de Boulogne : celui-ci est résulté, non directement de l'écrasement d'un tube, mais du départ inopiné d'un tampon métallique qui obturait l'une des extrémités d'un tube précédemment écrasé.

diamètre, on n'en trouve que 2 dont les suites ne soient pas mortelles, et encore, ces 2 fois, les chauffeurs sont-ils grièvement brûlés; mais 4 de ces 8 accidents causent chacun une mort, et celui du 22 octobre 1895, dans une teinturerie d'Elbeuf, brûle deux ouvriers mortellement et un troisième d'une manière très grave.

I. — Accidents provenant des tubes de 6 à 9 centimètres de diamètre.

Dans les 7 cas où les tubes mesuraient de 6 à 9 centimètres de diamètre, il est manifeste que la cause de l'avarie a été l'usure ou la corrosion des tubes, jointe ou non à une altération de leur métal par l'action prolongée des gaz chauds. Les chaudières auxquelles appartenaient ces tubes étaient à foyer intérieur et flamme directe dans 4 cas, semi-tubulaires dans 2 autres; la chaudière de bateau appartenait au type marin, à foyer intérieur et retour de flamme tubulaire. Les timbres de ces appareils variaient de 4 à 6 kilogrammes, et les épaisseurs primitives des tubes de 2 à 3 1/2 millimètres. Pour 3 des accidents, l'avarie est survenue au cours du fonctionnement normal de la chaudière; les 4 autres accidents se sont produits pendant un arrêt de machine, alors que la chaudière n'avait pas à fournir de vapeur : dans 3 de ces cas le chauffeur avait ouvert soit la porte du foyer, soit celle de la boite à fumée.

C'est généralement du côté de l'entrée des gaz chauds qu'a lieu l'avarie, à proximité de la plaque tubulaire correspondante, et près de la bague pour ceux d'entre les tubes qui étaient bagués. C'est là que la température est maximum, que le courant gazeux entraîne dans son mouvement et ses remous le plus de particules solides, que les tubes sont le moins protégés par un revêtement de

suie contre le frottement de ces particules. Le degré de l'usure et sa rapidité sont très variables suivant les circonstances. Telle chaudière semi-tubulaire, timbrée à 4 kilogrammes, avait été retubée, en 1886, avec de vieux tubes; ces tubes, dont le diamètre était de 7,5 centimètres et dont l'épaisseur ne paraît avoir été que de 2 millimètres environ, avaient dû être raboutés avec des parties d'autres vieux tubes pour arriver à la longueur voulue, soit 3 mètres; malgré ces conditions suspectes dès l'origine, c'est plus de six ans après, en mars 1893, qu'un accident de personnes se produit. Il est vrai qu'il aurait pu se produire plus tôt, car il paraît qu'entre les deux époques un certain nombre de tubes avaient dû être remplacés. L'accident, survenu pendant un arrêt de la machine, provient de l'écrasement, sur 40 centimètres de longueur, de la partie raboutée de deux tubes appartenant à la moitié inférieure du faisceau et n'ayant plus que 1 1/4 ou 1 1/2 millimètre d'épaisseur. Dans une autre chaudière semi-tubulaire, timbrée à 5 kilogrammes, dont les tubes mesuraient 6 centimètres de diamètre, 3 mètres de longueur et $2^{mm},5$ d'épaisseur à l'état neuf, et que l'on chauffait au coke, une avarie qui brûle assez grièvement le contremaître de l'usine survient après dix ans de service. L'année précédente, on avait dû rabouter sur 50 centimètres de longueur un tube de la seconde rangée (à partir du haut), qui fuyait. L'accident résulte de l'écrasement de deux tubes de la rangée du haut; ces tubes avaient, près de la plaque tubulaire correspondant à l'entrée des gaz chauds, leur épaisseur réduite à $0^{mm},8$ dans la partie supérieure (c'est là qu'ils ont cédé) et l'usure diminuait progressivement à mesure qu'on s'avançait vers l'autre extrémité. — Parfois l'amincissement est beaucoup plus rapide. Une chaudière locomobile, type locomotive, timbrée à 6 kilogrammes, portait des tubes tout à fait comparables sous le rapport des dimensions à ceux de la semi-

tubulaire précédente : 6 centimètres de diamètre, $2^m,55$ de longueur, $2^{mm},5$ d'épaisseur primitive ; ces tubes étaient bagués. Ils n'avaient que trente mois de service lors de l'accident. Onze jours auparavant, un premier tube s'était mis à fuir et avait été remplacé. Puis, l'accident fut causé par la rupture, à l'extrémité contiguë au foyer, du tube du milieu de la rangée supérieure : l'épaisseur de ce tube était réduite dans cette région à 1/2 millimètre et l'épaisseur normale ne se retrouvait qu'à 45 centimètres de la plaque tubulaire ; l'ensemble de la tubulure avait perdu 1/7 de son poids. — Même rapidité d'usure dans le cas d'une chaudière, appartenant aussi au type locomotive, et placée à la suite d'un four à réchauffer dont elle recevait les gaz à la base de son foyer intérieur. Cette chaudière était timbrée à $5^{kg},5$; ses tubes, de 9 centimètres de diamètre, $4^m,23$ de longueur, 3 millimètres d'épaisseur originelle, avaient été posés en 1892. Dans les premiers jours d'avril 1895, rupture de tube inoffensive. Huit jours après, fissuration d'un tube, peut-être même de deux tubes simultanément, près de la plaque tubulaire du foyer, et l'ouvrier qui travaillait au gueulard du four est grièvement brûlé. On constate un fort amincissement du côté de l'entrée des gaz, réduisant l'épaisseur à 1 millimètre près des lèvres de la fissure et s'étendant à 15 ou 20 centimètres. Toute la tubulure présentait des diminutions d'épaisseur analogues.

Dans certains cas cependant, l'avarie a lieu, non pas à l'extrémité correspondant à l'entrée du courant gazeux, mais dans la partie aval des tubes. C'est ce qui est arrivé pour une chaudière du type locomotive, ayant quatorze ou quinze ans de service, et dont les tubes mesuraient 6 centimètres de diamètre, $2^m,25$ de longueur et $2^{mm},5$ d'épaisseur primitive. Cette épaisseur, pour le tube qui s'est rompu, était réduite presque à néant à l'endroit où l'écrasement s'est produit, dans la partie supérieure du

tube, à 10 centimètres de la plaque tubulaire de boîte à fumée. On attribue cette corrosion à la condensation des fumées acides provenant d'un charbon pyriteux. — Tel fut encore le cas d'une chaudière à foyer intérieur et flamme directe, du type ⊢, timbrée à 5 kilogrammes. La construction de cet appareil remontait à 1868, et l'accident, qui a grièvement brûlé un ouvrier, n'est que du 10 mai 1892. Dans ce long intervalle, les tubes, qui mesuraient 6 centimètres de diamètre, $2^{m},6$ de longueur et $3^{mm},5$ d'épaisseur primitive, avaient été tous raboutés à l'arrière, à une époque sur laquelle on n'est pas fixé. En 1884, 5 d'entre eux s'étaient écrasés lors d'une épreuve hydraulique et avaient été remplacés. L'accident a porté sur deux tubes anciens de la partie inférieure du faisceau ; ils se sont aplatis et rompus dans la région arrière, en avant du raboutage. Outre que leur épaisseur était réduite à 2^{mm} ou $2^{mm},5$, leur surface (côté des gaz) était creusée de nombreuses corrosions en cupules.

Il est clair que les cas où des avaries comme celles qui nous occupent causent des accidents de personnes ne sont que des cas particuliers, instructifs comme exemples parce que les circonstances en sont étudiées et notées, mais ne différant pas comme essence de beaucoup d'autres ruptures analogues qui demeurent inoffensives. Il suffit de peu de chose, d'une circonstance de détail, pour qu'une semblable rupture soit ou sans conséquence, ou suivie d'un accident sérieux. Lors de l'une des avaries dont on vient de résumer les caractères, le chauffeur avait ouvert la porte de la boîte à fumée pour empêcher la pression de trop s'élever durant un arrêt du service, et 5 ouvriers étaient venus chercher dans la chambre de chauffe un abri contre la pluie et le froid ; ils étaient juste en face de la boîte à fumée ouverte ; la rupture du tube survenant, tous furent plus ou moins grièvement brûlés. Une autre fois, il s'agissait d'une machine, de forme loco-

mobile, actionnant les appareils d'un atelier de triage de houille ; le travail était momentanément arrêté faute de charbons à trier; un certain nombre d'enfants, de douze à quinze ans, se trouvaient réunis autour d'un foyer placé à 5 mètres en avant de la porte du bâtiment de la machine. Cette porte était ouverte, et le chauffeur se tenait accoudé contre elle, après avoir ouvert la porte du foyer, située dans le même alignement. Survient la rupture d'un tube à fumée : un jet de vapeur et de cendres vient brûler au visage un des enfants, âgé de douze ans et demi, qui s'était retourné vers l'appareil au bruit de l'explosion, pendant que ses camarades s'enfuyaient sans blessures et que le chauffeur, préservé par ses vêtements, était épargné.

Les circonstances les plus tristement instructives, au point de vue de la gravité que certaines conditions d'installation et d'emplacement peuvent donner aux accidents de ce genre, sont fournies par l'événement survenu le 11 mai 1894 à bord d'un bateau à vapeur, en rade de Brest. La chaudière, timbrée à 5 kilogrammes et offrant 11 mètres carrés de surface de chauffe, était à foyer cylindrique intérieur, avec retour de flamme par un faisceau de 46 tubes de laiton. Ces tubes mesuraient 67 millimètres de diamètre extérieur, $1^{m},03$ de longueur et 2 1/2 millimètres d'épaisseur primitive. La construction remontait à 1873 ; la moitié des tubes avait été, paraît-il, remplacée en 1888 : on ne sait pas d'une façon précise si le tube qui a causé l'accident datait de la première ou de la seconde de ces époques. Il appartenait à la deuxième rangée à partir du haut, et était placé immédiatement et à petite distance au-dessus du ciel du foyer. Son épaisseur n'était plus que de 1 1/2 millimètre ; il s'est brisé au cours du fonctionnement ordinaire de la chaudière, très près de la bague qui l'assujettissait dans la plaque tubulaire, côté de l'entrée des gaz chauds ; de sa partie inférieure s'est

détaché un morceau de forme tourmentée, mesurant 6 centimètres sur 2 centimètres, et dont l'épaisseur variait de 1^{mm} à $1^{mm},2$. Le flux de vapeur et d'eau fit tomber la porte tribord de la boîte à fumée. Cette porte était un panneau entièrement amovible, maintenu en place par un ergot situé à la partie supérieure et par deux loquets tournants, l'un en bas, l'autre à gauche et en haut. Les circonstances de l'enquête ne permettent pas de dire si ces loquets étaient bien en prise. Toujours est-il que le mécanicien, frappé aux jambes par la chute de cette porte, fut surpris et suffoqué par le jet brûlant ; il eut de la peine à gagner l'échelle de sortie et fut atteint de brûlures étendues qui ont entraîné sa mort.

La chambre de chauffe laissait à désirer, non pas plus, mais à peu près de même qu'à bord de bien des bateaux. L'échelle, d'une hauteur de $1^{m},5$ (6 échelons) était placée presque verticalement à tribord, à 85 centimètres de distance de la façade de la chaudière. La distance séparant la chaudière de la machine n'était que de $1^{m},30$.

Derrière la machine était une porte de $0^{m},5$ de largeur et $0^{m},8$ de hauteur, par laquelle un homme qui aurait été dans la partie arrière de la chambre aurait pu à la rigueur, paraît-il, s'échapper dans le poste d'équipage.

On sait combien ont été graves, dans leurs conséquences, certaines avaries de chaudières survenues à bord des navires de la Marine militaire, bien que ces avaries n'eussent ouvert au passage de l'eau et de la vapeur que des brèches de peu d'étendue : c'est qu'il s'agissait de chaufferies closes en vue du tirage forcé par soufflage d'air, disposition qui pousse au maximum le danger que tout déversement de vapeur ou de gaz chauds fait courir au personnel. Sans insister ici sur ces cas extrêmes, il est instructif de rapprocher de l'accident du bateau de Brest, non sous le rapport des causes, mais sous celui des effets, un grave accident arrivé, le 19 fé-

vrier 1896, à bord d'un bateau de pêche à vapeur du port de Boulogne. On n'a pas eu à comprendre cet accident dans l'étude qui précède, parce qu'il n'a pas été produit, directement du moins, par un écrasement de tube à fumée : il est résulté du départ d'un tampon qui avait été posé dans un trou de plaque tubulaire, en attendant le remplacement d'un tube écrasé. La chaudière était, comme la précédente, du type marin à retour de flamme, et le diamètre de ses tubes mesurait 75 millimètres environ. Le tamponnage était tout à fait vicieux : au lieu d'employer deux tampons reliés par un tirant, on avait bouché les ouvertures du tube dans l'une et l'autre plaques tubulaires par des tampons coniques en fer, indépendants l'un de l'autre, et simplement chassés de force au marteau. Le tampon placé du côté de la boite à feu, dont les conditions de pose avaient été rendues particulièrement défectueuses par l'étroitesse de cette boite, n'avait pénétré que d'une quantité minime, et ne tarda pas à être projeté sous l'action de la pression intérieure. On voit que l'ouverture offerte au flux de vapeur et d'eau était sensiblement la même que si un tube à fumée s'était fragmenté en grand. Deux hommes se trouvaient dans la chambre de machine, l'un d'eux couché à $1^{m},75$ de distance de la façade de la chaudière. Ils furent tous les deux retrouvés morts : celui-ci paraissait n'avoir pas bougé ; l'autre gisait devant le foyer, le bras gauche passé dans l'un des boujons de l'échelle donnant accès sur le pont.

II. — Accidents provenant des tubes de 10 centimètres de diamètre et plus.

Le premier de ces accidents, survenu à Lille le 18 mars 1888, doit être mis à part comme entièrement différent des autres. La chaudière n'était pas un générateur

tubulaire ordinaire; imaginée par un chaudronnier en cuivre, chez qui elle fit explosion à la première mise en feu, elle était verticale, à foyer intérieur, et son foyer était surmonté d'un tube à fumée unique, de 2 mètres de hauteur, assemblé au ciel du foyer et au fond supérieur du corps de chaudière au moyen de brides. Le diamètre de ce tube atteignait 33 centimètres, sauf aux deux bouts où il se réduisait à 22 centimètres. Il était en cuivre de 3mm,7 d'épaisseur seulement, et entouré sur presque toute sa hauteur par une ailette héliçoïdale formée d'une bande de fer de 10 centimètres de largeur et 2 millimètres d'épaisseur, qui était simplement en contact avec lui et n'était soudée qu'à ses brides terminales. Il est clair qu'un semblable appareil était incapable de fonctionner sous la pression de 5 kilogrammes pour laquelle son inventeur avait prétendu le construire. Au premier essai, quand la pression atteignit 4 1/2 kilogrammes, le tube s'écrasa à l'intérieur du ruban héliçoïdal, en s'arrachant partiellement de ses brides. Devant la porte du foyer ouverte, le chauffeur était occupé à charger le feu : il fut brûlé mortellement. Un autre chauffeur, qui se trouvait plus loin, le fut d'une manière légère. L'inventeur de cet étrange appareil et un ouvrier chaudronnier, qui se trouvait auprès de lui, reçurent sur la tête des tuiles arrachées du toit.

Laissons de côté ce fait de nature toute particulière. Les 7 autres accidents graves, qu'il faut maintenant analyser, portent uniformément sur des chaudières horizontales semi-tubulaires, pourvues de tubes à fumée en laiton de 10 à 12 centimètres de diamètre. Les 6 premiers, survenus de 1889 à 1895, constituent rigoureusement une série; ils ont entre eux la parenté la plus étroite. Tous eurent lieu dans des usines du Calvados, de l'Eure et de la Seine-Inférieure, et furent donnés par des chaudières provenant d'une même maison de construction. Voici d'abord, pour la clarté de la suite, la date et le lieu de

chacun de ces accidents, ainsi que les principales données relatives à la constitution des chaudières :

DATE de L'ACCIDENT	DÉSIGNATION de L'USINE	CAPACITÉ de la CHAUDIÈRE	TIMBRE	TUBES A FUMÉE		
				NOMBRE	DIAMÈTRE	ÉPAISSEUR
8 janv. 1889	Fabr. de draps, à Lisieux.	$16^{m3},3$	5^{kg}	24	12^{cm}	3^{mm}
14 nov. 1890	Fabr. d'huile, à Honfleur.	8 ,5	6	24	11	2 ,7
3 mai 1893	Papeterie, à Pont-Audemer	11	6	18	12	2,8 à 3
11 déc. 1893	Filature, à Glos..........	1 ,3	6	14	11	3
9 mars 1895	Minoterie, à Rouen......	13 ,7	6	18	12	3
22 oct. 1895	Teinturerie, à Elbeuf...	26 ,7	7	36	12	3

Pour les plus grands de ces générateurs, les tubes étaient fort longs : $6^m,2$ à Lisieux, $6^m,9$ à Elbeuf.

Les ruptures sont toujours du côté de l'entrée des gaz chauds. Dans 3 cas les tubes rompus appartiennent à la rangée supérieure ; dans 2 cas, à la deuxième rangée à partir du haut ; dans 1 cas, à ces deux rangées à la fois. Dans la majorité de ces accidents, la rupture est limitée à un seul tube ; toutefois, dans l'accident du 11 décembre 1893, à Glos, 8 tubes se brisent, savoir 5 sur 6 composant la rangée supérieure, et 3 sur 4 composant la rangée suivante, ou rangée médiane du faisceau. A Elbeuf (accident du 22 octobre 1895), outre la rupture qui a déterminé l'accident et qui porte sur le premier tube à gauche de la rangée supérieure, on trouve le tube voisin déformé, les 2 suivants décapités dans la plaque tubulaire d'arrière, et le dernier tube de la même rangée rompu aussi suivant une section droite, à 5 centimètres de la même plaque tubulaire.

Sur les fragments de la pièce, ou sur les lèvres de la plaie, on constate parfois d'excessives réductions d'épaisseur : ainsi dans l'accident du 9 mars 1895 à Rouen, les bords de l'enlevure n'offrent plus que de 1 1/2 à 2 millimètres d'épaisseur, tandis que l'épaisseur primitive du tube

était 3 millimètres ; en un point seulement on trouve une épaisseur restante de 2 1/2 millimètres. C'est ce que montrent les *fig.* 6 à 8, Pl. X, qui donnent trois vues du tube brisé. Pour les 8 tubes rompus le 11 décembre 1893 à Glos, les épaisseurs restantes n'étaient aussi que 1 1/2 à 2 millimètres, au lieu de 3, cote primitive. A Honfleur (accident du 12 novembre 1890), on relève 2^{mm}, $1^{mm},6$ sur le fragment détaché du tube : l'épaisseur primitive était $2^{mm},7$. D'autres fois l'amincissement est moins avancé : on trouve de $2^{mm},3$ à $2^{mm},7$, au lieu de 3, cote primitive, sur le fragment détaché du tube dans l'accident de Lisieux (3 janv. 1889) ; $2^{mm},2$ à $2^{mm},6$, au lieu de 2,8 à 3, dans l'accident de Pont-Audemer (3 mai 1893) ; $2^{mm},4$ à $2^{mm},9$ au lieu de 3, ainsi que le montre la *fig.* 9, Pl. X, dans celui d'Elbeuf (22 oct. 1895). Dans ce dernier cas, la rupture de tube qui est considérée comme ayant déterminé l'accident a eu pour conséquence le décapitage de 3 autres tubes : or, sur ces derniers, comme sur l'autre, les épaisseurs ne s'abaissaient pas au-dessous de $2^{mm},4$. Il ressort de là, d'une part, que les épaisseurs primitives étaient notoirement insuffisantes : car perdre 1 millimètre sur 3, c'est sans doute perdre 1/3 du total, mais ce n'est en valeur absolue qu'une faible ablation de matière, et la sécurité ne devrait pas être à la merci d'une usure de cet ordre. D'autre part, il résulte des caractères communs de ces ruptures que ce n'est pas seulement l'usure, mais concurremment avec elle l'altération du métal des tubes, qui compromet la résistance et amène l'accident.

En effet, il est à remarquer que, dans les accidents causés par ces tubes de grand diamètre, l'accident ne consiste jamais dans un simple aplatissement du tube ; celui-ci se brise, il s'y fait une brèche, de préférence sur la moitié supérieure. Pour le tube de l'accident de Lisieux, dont l'épaisseur, primitivement égale à 3 millimètres, était encore 2,3 à 2,7 dans la région où il s'est crevé, un frag-

ment de la partie supérieure se détache presque et se rabat vers le dedans. A Honfleur, le tube rompu « présentait à proximité de la plaque tubulaire d'arrière, sur le côté droit, une ouverture de $0^m,54$ de long, accompagnée de deux petites fissures transversales; mais il n'avait pas été sensiblement déformé ; il semblait qu'un fragment de métal s'en fût détaché par éclatement (*). » Ce fragment n'a pas été retrouvé. A Pont-Audemer, les fragments retrouvés, assez fortement déformés, ne reconstituent pas en entier la partie enlevée du tube. A Glos, où 8 tubes se brisent, on ne retrouve que 3 fragments de 8 ou 10 centimètres de côté. A Rouen, l'avarie mesure 85 centimètres de longueur, et l'on ne retrouve aussi qu'une partie des morceaux. La brèche atteint enfin une longueur de 90 centimètres dans le grave accident d'Elbeuf ; sur cette longueur, la moitié supérieure du tube avait été réduite en morceaux dont on ne retrouve qu'une partie, tandis que la moitié inférieure, fragmentée aussi, peut être reconstituée à peu près en entier.

L'âge joue naturellement un rôle, qu'on discerne parfois d'une manière assez nette. La chaudière de Pont-Audemer, par exemple, avait été installée en 1870. Huit ans après (juin 1878), les tubes commencent à faiblir : on en répare 2 ; puis, on en répare encore 1 en janvier 1880, 4 en avril 1882. En 1886, c'est-à-dire huit ans après la première de ces réparations, on est amené à renouveler complètement la tubulure. Cette tubulure neuve dure sept ans telle quelle ; après quoi, en 1893, nouveau remplacement d'un tube le 4 avril, et enfin, le 3 mai, l'accident survient.

Dans d'autres cas, c'est seulement au bout d'une quinzaine d'années que les accidents se produisent : celui d'Elbeuf (22 octobre 1895) affecte une chaudière qui

(*) Rapport de M. l'Ingénieur en chef des Mines Olry.

avait été installée en 1881, et dont les tubes dataient de l'origine. A Glos, la durée est encore plus longue, dix-huit ans environ (1875-1893) ; mais aussi était-on arrivé à un état singulièrement précaire, puisque 8 tubes cèdent à la fois. La chaudière de Lisieux (accident du 3 janvier 1889) datait de 1869 : en 1884, soit au bout de quinze ans, elle subit une importante réparation dans laquelle 11 de ses tubes, sur 24, sont remplacés, les autres raboutés. Celle de Honfleur (accident du 14 novembre 1890) avait été construite en 1866 ; quinze ans après, en 1881, lors d'une épreuve hydraulique, 2 de ses tubes s'aplatissent et un troisième se déforme à une extrémité ; on remplace les deux premiers, on raboute le troisième. — Dans le cas de la chaudière de Rouen, les premières détériorations de tubes surviennent au bout de moins longtemps : la mise en service de cet appareil date de janvier 1874, et dès mai 1877 nous voyons remplacer 4 de ses tubes ; un tube est encore remplacé et 6 autres raboutés en 1881 ; puis la chaudière marche ainsi dix ans. Vers la fin de 1891, lors d'une épreuve hydraulique, 3 tubes s'écrasent et sont remplacés. L'accident se produit le 9 mars 1895.

Parfois la tubulure donne des signes de faiblesse peu de temps avant l'accident. A Lisieux, le 25 décembre 1888, plusieurs tubes s'étant mis à fuir du côté de la plaque tubulaire d'arrière, on soumet l'appareil à un essai hydraulique : deux tubes s'aplatissent, l'un à la rangée supérieure, l'autre à la rangée inférieure. On les remplace et on remet en marche ; l'accident arrive le 3 janvier. A Glos, huit mois avant l'accident, on avait fait remplacer un des tubes de la rangée supérieure, par un chaudronnier qui vraisemblablement, soit incompétence, soit insouciance, n'avait pas examiné l'état du reste.

L'hypothèse d'une surchauffe par suite d'abaissement du plan d'eau, comme cause directe des ruptures, devait être et a été discutée dans chacun des 6 cas dont il s'agit. Les

ruptures affectent en majorité la rangée du haut du faisceau, et aucun ne descend plus bas que la seconde rangée : cette circonstance semble donner, au premier abord, de la valeur à semblable hypothèse. Mais, dans aucun des 6 cas, des indices positifs n'en démontrent l'exactitude ; dans plusieurs elle se heurte à des contre-indications. — La première fois, pour l'accident du 3 janvier 1889 (Lisieux), on avait précisément affaire à une avarie placée sur le dessus d'un tube de la rangée supérieure ; l'amincissement n'était pas extrême, car les parties examinées, qui, à la vérité, ne reproduisaient pas la totalité de la pièce, ne montraient pas d'épaisseur inférieure à $2^{mm},3$; il avait été signalé que l'indicateur magnétique n'était pas en parfait état, que le tube de verre avait un tuyau de communication d'eau assez long, présentant des courbes et des contre-courbes ; l'année d'auparavant, ce tuyau avait été trouvé bouché. Enfin, l'enquête du Service des Mines, qui n'avait pas reçu de l'industriel l'avis réglementaire, n'a été commencée que six jours après l'événement : il se pouvait que certaines traces positives d'une surchauffe par manque d'eau eussent disparu dans l'intervalle. Il était donc naturel d'accueillir comme explication vraisemblable la supposition d'une insuffisance d'alimentation. Au second accident (Honfleur, 14 novembre 1890), c'est la deuxième rangée qui subit l'avarie, laissant intacte la rangée supérieure ; et, si aucune preuve ne rend impossible l'hypothèse d'un défaut d'eau, aucun indice ne permet de la retenir. — Dans l'enquête relative à l'accident qui vient ensuite (Pont-Audemer, 3 mai 1893), il est constaté que lès appareils indicateurs du niveau de l'eau sont en bon état ; le tube crevé est l'un de ceux de la rangée du haut ; mais M. l'ingénieur des Mines Boëll remarque que ces tubes ont une légère pente d'avant en arrière, de sorte que dans le cas d'un abaissement du plan d'eau c'est l'extrémité opposée à celle où la rupture

s'est produite qui aurait dû se trouver d'abord surchauffée. A Glos, où presque tous les tubes de la rangée du haut et de celle du milieu se sont brisés, le directeur de l'usine déclare que le sifflet du flotteur s'est fait entendre quelques instants après l'explosion, pendant que la chaudière se vidait ; le carneau porte des traces de lavage produites par l'eau s'échappant des tubes rompus. A Rouen, l'accident survient, il est vrai, à l'heure d'une vidange de la chaudière, et l'opération devait être commencée, car on a retrouvé les robinets de vidange ouverts ; toutefois, c'est un tube de la rangée du milieu qui se brise, tandis que la rangée supérieure reste intacte, et il en résulte une abondante projection d'eau, ainsi qu'en témoigne, le lendemain encore, le sol de la chaufferie : comme, d'autre part, la profonde usure de ce tube suffit bien à en expliquer la rupture, on voit qu'il n'y a point de raison suffisante de penser que la vidange ait influé sur l'événement, sinon comme circonstance tout à fait accessoire, par l'ébranlement qu'il était de nature à communiquer à la chaudière. — Pour l'accident d'Elbeuf enfin, l'enquête met en lumière des circonstances qui exposaient la chaudière au danger de manquer d'eau : le tuyau de communication d'eau entre le tube de verre et le générateur présentait un point bas, et le flotteur magnétique avait son sifflet avertisseur hors de service depuis longtemps, le collier porteur de la came qui doit actionner ce sifflet étant devenu fou le long de la tige par suite du desserrage de la vis de fixation ; de plus, l'ouvrier chargé de l'alimentation était un mécanicien dont le poste était en dehors de la chaufferie. Aucun indice cependant ne démontre que ce manque d'eau possible ait eu lieu. — Enfin et surtout, si l'on envisage d'une manière générale cette série de 6 accidents, il apparaît qu'ils ont entre eux une parenté étroite, et que les causes essentielles de leur ensemble ne doivent guère être cherchées ailleurs que dans

les vices, communs à tous, de la constitution et de l'état de leurs tubulures.

Le septième accident a eu lieu dans l'Oise, à Creil, le 20 août 1896. L'appareil était cette fois d'un constructeur différent. Timbré à 6 kilogrammes, son corps cylindrique était traversé par 14 tubes à fumée de 10 centimètres de diamètre et $2^m,5$ de longueur. Dans la construction primitive, qui datait de 1882, ces tubes étaient tous en laiton et n'avaient qu'une épaisseur de 2 1/2 millimètres. Depuis lors une partie des tubes en laiton avait été remplacée par des tubes en fer; mais il restait encore des tubes en laiton de l'origine, et c'est la rupture de l'un d'eux, situé dans la rangée supérieure, qui a causé l'accident. On voit que ce tube avait une quinzaine d'années de service, durée dont on a déjà vu plus haut divers exemples. Il s'est brisé en de nombreux morceaux, qui n'ont pu être tous retrouvés; sur ceux qu'il a été possible d'examiner, les épaisseurs variaient de 2 1/2 à 1 1/2 millimètre. « Les bris se sont faits suivant des cassures nettes, très cristallines, sans reploiement sensible du métal (*). » A la différence des accidents précédents, la fragmentation n'était pas localisée à l'extrémité du tube voisine de l'entrée des gaz; elle s'étendait sur la plus grande partie de la longueur de la pièce, et deux morceaux, longs de 20 et de 35 centimètres étaient encore attenants à l'une et à l'autre plaques tubulaires.

Une heure avant l'accident, le chauffeur avait opéré une chasse d'eau, qui avait abaissé le niveau d'une manière exagérée, car le sifflet du flotteur s'était fait entendre. Le contremaître était accouru au bruit et avait recommandé au chauffeur de ne pas trop vidanger le générateur. Le niveau de l'eau était, paraît-il, convenablement remonté,

(*) Rapport de M. l'ingénieur des Mines Aubert.

et la pression était de 5 kilogrammes, quand tout à coup l'avarie survint.

Il parait difficile de dire si cet abaissement temporaire du plan d'eau a joué un rôle notable dans les causes de l'accident. Peut-être a-t-il eu pour effet une légère surchauffe qui aurait été insuffisante à elle seule pour amener une rupture, mais qui, agissant sur un tube de grand diamètre, de faible épaisseur, aminci par l'usure et aigri au cours de quatorze années de service, a déterminé une rupture d'équilibre toute prête à se produire.

S'il est instructif de se rendre compte des causes des différents accidents qui précèdent, il ne l'est pas moins d'envisager le détail des conséquences de chacun d'eux. Reprenons, sous ce point de vue, l'examen des faits caractéristiques. — A Lisieux, 1 seul tube crève; le générateur était en plein fonctionnement, et le chauffeur en train de fermer les portes du foyer. L'ouverture de ces portes offre donc une issue au flux, qui, passant par le carneau des bouilleurs, vient brûler grièvement le chauffeur au visage et aux mains. Les portes de la boite à fumée, sur la façade, ne se sont pas ouvertes. — A Honfleur, on a de même 1 seul tube qui crève, et une issue facile offerte au flux par la porte du foyer: non pas cette fois que l'on fût en train de manœuvrer cette porte; mais c'était une porte battante vers l'extérieur et simplement appliquée contre l'ouverture, sans verrou ni loquet. C'est donc par là, comme dans le cas précédent, que le jet dangereux se fit jour: seulement le chauffeur n'était pas devant, et si les dispositions du local lui avaient permis de se retirer promptement sans s'approcher de la direction envahie, l'accident aurait pu être sans conséquence. Mais il n'en était point ainsi: le chauffeur se trouva séparé par le jet brûlant de l'unique porte de sortie du local. Il lui était à peu près impossible de fuir, et il fut brûlé mortellement.

Même placé près d'une porte de sortie, on est exposé

aux brûlures les plus funestes, si l'on est directement frappé par le jet dangereux. C'est ce qu'a tristement prouvé l'accident de Glos (11 décembre 1893). Il est vrai que dans ce cas le flux de vapeur, d'eau et de gaz du foyer dut être particulièrement important, 8 tubes, sur 14 que contenait le générateur, s'étant brisés à la fois. Une ouvrière de dix-sept ans se trouvait en face du fourneau près de la porte de la chaufferie ; atteinte par les fluides brûlants et par le combustible projeté, cette jeune fille est morte quelques heures après.

A la minoterie de Rouen (9 mars 1895), nous retrouvons un accident mortel causé par la rupture d'un seul tube, et très comparable, sous le rapport des circonstances qui en ont fait la gravité, à celui de Honfleur. Là aussi, la porte du foyer était battante et sans verrou ni loquet ; le cendrier avait de plus son ouverture béante ; bien que la porte de la boîte à fumée, convenablement loquetée, ne se soit pas ouverte, on comprend donc que le flux brûlant ait envahi la chaufferie au lieu de s'évacuer tout entier vers la cheminée. La chambre de chauffe, représentée par les *fig.* 4 et 5, Pl. X, était une fosse profonde, formant avec la cave à charbon contiguë un ensemble de locaux peu aérés, peu éclairés, n'ayant pour toute issue qu'une échelle de meunier placée dans la chaufferie même et près des générateurs. L'accident est arrivé à huit heures et demie du soir, et ce n'est qu'à neuf heures qu'on put pénétrer dans ces locaux et porter secours à la victime, après avoir aéré le souterrain en ouvrant des regards qui existaient à la voûte de la cave, fermés par des plaques de fonte. On trouva le malheureux chauffeur dans cette cave, « tombé contre un tas de charbon où il avait buté en fuyant le jet de vapeur et d'eau bouillante qui avait ouvert la porte du foyer et inondé la chaufferie (*). »

(*) Rapport de M. l'Ingénieur des Mines Herscher.

Le plus meurtrier des accidents a été celui d'Elbeuf (22 octobre 1895). La rupture a affecté 4 tubes. La porte du foyer était, cette fois encore, battante vers l'extérieur, sans verrou ni loquet. Contrairement au décret du 29 juin 1886, la batterie qui comprenait 3 grandes chaudières n'avait pas de clapets d'arrêt de vapeur, et il résulte des indications d'un manomètre enregistreur qu'il y a eu déversement de la vapeur des chaudières intactes. Enfin, les dispositions de la chaufferie laissaient à désirer: la chambre de chauffe, ainsi que l'indiquent les *fig.* 1 à 3, Pl. X, était une fosse de $2^m,5$ de largeur seulement, continuée il est vrai, en regard des générateurs, par des soutes à charbon souterraines: mais ces soutes n'avaient aucun escalier ni échelle de sortie, et la chambre de chauffe elle-même n'avait pour toute issue qu'un escalier situé dans sa partie de droite et dont le pied était presque en face du générateur qui a donné lieu à l'accident.

Lors de la rupture des tubes, le mécanicien chargé de l'alimentation était sur le massif des chaudières; 2 chauffeurs et 1 aide se trouvaient dans la chambre de chauffe. Le mécanicien s'enfuit par la salle des machines, d'où il sauta par une fenêtre dans la cour, sain et sauf. L'aide chauffeur qui se trouvait tout à fait à droite de la chambre de chauffe passa sous l'escalier, gagna la petite cave au charbon à moitié pleine, et, montant sur le charbon, put soulever la plaque en fonte d'un regard: là, il fut secouru: c'est celui qui n'a été que blessé.

Mais les 2 chauffeurs, qui se trouvaient plus à gauche dans la chambre de chauffe, cherchèrent à gagner, pour s'enfuir, l'unique issue constituée par l'escalier : dans ce trajet ils rencontrèrent le jet brûlant, et ce fut fait d'eux. Ils ne purent traverser ce jet ; l'un d'eux s'enfuit vers la gauche et alla tomber au fond de la cave sans issue; dix ou douze minutes s'écoulèrent avant qu'on pût le secourir; il était mourant. L'autre parvint à gagner la petite cave

et à atteindre le tampon par où l'aide chauffeur s'était sauvé ; il fut à son tour tiré par ce chemin au dehors ; mais il mourut le lendemain.

Au dernier accident, celui de Creil (août 1896), la boîte à fumée présentait sur la devanture du fourneau deux portes dont chacune n'était maintenue que par un loquet. Celle de droite, sous l'action du jet mis en mouvement par la rupture d'un seul tube, s'ouvrit en brisant cette attache insuffisante, et le chauffeur fut atteint de brûlures nombreuses et graves : circonstances à rapprocher de celles de l'accident qui a eu lieu à bord d'un bateau, près de Brest, en 1894, et qui a coûté, comme on l'a vu plus haut, la vie au mécanicien, bien que le tube mesurât moins de 7 centimètres de diamètre.

III. — Remarques générales.

On s'est borné, dans ce qui précède, à rapprocher les faits pour les laisser parler d'eux-mêmes. On peut les résumer en disant que les tubes à fumée en laiton donnent lieu, après un temps très variable suivant leurs conditions de service, à des ruptures dont les conséquences, — légères en général, et sérieuses parfois lorsqu'il s'agit des tubulures de locomotives, — prennent un caractère de plus en plus grave à mesure que le diamètre des tubes augmente ou que la disposition des générateurs et leurs conditions d'emplacement sont moins favorables à l'innocuité des avaries. Les deux causes systématiques auxquelles il convient de rapporter ces ruptures sont l'amincissement par usure, s'exerçant d'ailleurs sur des tubes souvent trop minces dès l'origine, et une altération des propriétés du laiton au cours de l'usage. Il arrive parfois avec les tubes de moins de 10 centimètres de diamètre, et toujours avec ceux dont le diamètre atteint ou excède 10 centimètres, que le

tube se brise et s'émiette au lieu de s'aplatir, à tel point que l'enquête ne retrouve pas la totalité des morceaux ; l'ouverture offerte au flux de vapeur et d'eau, dans chacune des plaques tubulaires, équivaut alors à la section tout entière du tube, et l'accident a des conséquences toujours graves, presque toujours mortelles.

En particulier, une expérience qui n'est déjà que trop longue condamne absolument l'emploi des tubes à fumée en laiton du genre de ceux que nous avons vus se fragmenter dans une série de générateurs semi-tubulaires de la région normande.

En présence des tristes résultats de cette expérience, on apprécie comme particulièrement bien justifiée l'interdiction de l'emploi du laiton pour les tubes à fumée de plus de 10 centimètres de diamètre, prononcée en Autriche par l'ordonnance du 1er octobre 1875, en Italie par le décret du 3 avril 1890, en Allemagne par le règlement du 5 août de la même année. Cet emploi doit être décidément considéré comme un vice de construction.

Sans entrer ici dans l'examen des qualités et des défauts des tubes à fumée en acier ou en fer, on notera que, durant la période considérée, de 1888 à 1896, aucun accident de personne, provenant de la rupture d'un de ces tubes, n'a été signalé au Ministère des Travaux publics. Le 13 avril 1893, à Chantenay (Loire-Inférieure), 2 ouvriers ont été blessés, parce que l'un d'eux avait entrepris de sortir les emmanchements d'un tube amovible en fer, sans que la pression dans la chaudière fût tombée à zéro ni que l'outillage dont il disposait fût approprié au système du tube ; mais ce fut le déplacement inopiné de la pièce, non sa rupture, qui donna naissance à l'accident.

L'étude qui précède confirme l'importance qui s'attache à tenir solidement fermées les portes de foyers, de cendriers, de boîtes à fumée. On ne saurait trop encourager un usage qui commence à se répandre, et qui

consiste à disposer les portes de foyer et de cendrier de manière qu'un refoulement de gaz, dirigé de l'intérieur du fourneau vers la chambre de chauffe, tende à fermer ces portes et soit toujours libre de le faire (*). Quant aux portes de boîte à fumée, aucune difficulté ne s'oppose à ce qu'on les barricade aussi solidement qu'on le désire. En certains cas on devra, conjointement avec ces utiles précautions, munir le fourneau de trappes d'expansion de vapeur convenablement placées et disposées.

Enfin, l'étude qui vient d'être faite montre, une fois de plus, combien il est indispensable que les chaufferies soient larges, bien ventilées, que leurs issues soient faciles, suffisamment nombreuses et bien situées. Il importe notamment que, de tout point d'une chambre de chauffe, on ait la faculté de s'enfuir à volonté dans l'une ou l'autre des deux directions opposées AA_1, AA_2 (*fig.* 10, Pl. X) perpendiculaires aux axes G_1M_1, G_2M_2, G_3M_3 des générateurs. De la sorte, si un jet brûlant survient dans la direction approximative d'un de ces axes, on n'a qu'un minimum de chemin à faire pour se jeter hors de cette direction, et ensuite on peut gagner l'extérieur sans avoir à se rapprocher du flux dangereux. Il est à remarquer qu'une issue placée en M_1 peut être aussi salutaire qu'une issue en P_1 pour un chauffeur placé devant le générateur G_1, si un accident survient à l'un des générateurs G_2 ou G_3, mais non pas si l'accident affecte G_1 lui-même ; car supposons qu'un jet brûlant fasse irruption dans la direction G_1M_1 : le chauffeur placé devant G_1, pour sortir par M_1, aura à se mouvoir dans la direction

(*) Parmi les conditions que l'Administration supérieure a maintenant coutume d'imposer, lorsqu'elle accorde, par application de l'article 35 du décret du 30 avril 1880, des dérogations d'emplacement, il est spécifié que les portes de foyers et les fermetures de cendriers seront disposées de manière à s'opposer efficacement *et automatiquement* à l'irruption d'un flux de vapeur supposé mis en liberté à l'intérieur du fourneau.

du jet ; s'il est plus à gauche, il pourra même être coupé par le jet de tout chemin de retraite. On ne saurait, à une chaufferie, donner trop ni de trop faciles issues ; toutes pourront être utiles, suivant la variété des circonstances que l'on ne prétend pas prévoir exactement *a priori*. Mais le raisonnement qui précède, d'accord avec l'examen comparé des accidents ci-dessus décrits, montre que c'est aux deux extrémités de la chambre de chauffe, dans les murs d'about P_1 et P_2, qu'il est surtout et absolument nécessaire de ménager des issues aisément praticables et judicieusement placées.

BULLETIN.

LES MINES DE HOUILLE DE NANAÏMO ILE DE VANCOUVER (COLOMBIE BRITANNIQUE)

Les couches de houille exploitées dans l'île de Vancouver sont d'âge crétacé et interstratifiées au milieu de bancs d'un conglomérat verdâtre contenant de petits galets de 1 à 2 centimètres de diamètre, alternant avec des bancs de schistes noirs (*black shales*).

Les forages ont été faits au diamant. Contrairement à ce qui se passe dans la très grande majorité des autres exploitations houillères, où l'on enlève tout le charbon, soit en remblayant, soit en foudroyant, on emploie à Nanaïmo la méthode des piliers tournés. La méthode de foudroyage, très économique et pratique pour les couches peu puissantes et là où, la surface n'étant pas bâtie, il n'y a pas à se préoccuper des conséquences de l'affaissement du toit, est appliquée dans une exploitation située à l'intérieur des terres à quelques milles au nord de Nanaïmo ; la puissance des couches y est d'environ 60 centimètres.

A Nanaïmo même, la puissance des couches va de $1^m,50$ à $2^m,10$.

L'exploitation est tout entière sous la baie de Nanaïmo, les travaux se trouvant séparés du fond de la mer par environ 200 mètres de rocher stérile. Cette épaisseur serait assez considérable pour permettre l'emploi de la méthode de foudroyage, si le toit était constitué par des roches argileuses dans lesquelles les fissures se boucheraient d'elles-mêmes ; mais à Nanaïmo, le toit étant surtout gréseux, on redoute la formation de fentes béantes et des infiltrations de la mer dans les travaux.

On emploie donc la méthode des piliers tournés. Les piliers de charbon abandonnés pour soutenir le toit ont 12 yards (*) de largeur et 150 yards de longueur. Ils sont coupés tous les 50 yards par d'étroites galeries d'aérage. Les chambres longitudinales entre les piliers ont 10 yards de largeur ; elles sont divisées en deux, suivant la longueur, par une cloison verticale en planches destinée à obliger le courant d'air à passer devant le front de taille.

(*) Le yard est de $0^m,914$.

Par cette méthode on n'enlève que 40 p. 100 du charbon contenu dans la mine. La ventilation est assurée au moyen d'un ventilateur Guibal faisant 40 tours par minute. La mine est d'ailleurs peu grisouteuse, et l'on fait usage de lampes à feu nu.

Le prix de l'abatage varie un peu suivant la condition du charbon. En règle générale, les ouvriers sont payés au prorata du charbon abattu, à la tâche. Dans un chantier de dureté moyenne, à couche puissante, on paye au mineur 80 cents par tonne brute de 2.240 livres. En couche mince, ce prix est augmenté. Le taux de la tonne est fixé de façon à ce que le salaire journalier du mineur se trouve osciller entre 3 et 4 dollars. Tous les ouvriers employés au fond sont des blancs.

Dans les galeries principales de roulage, les trains de houille sont remorqués par des locomotives électriques, système des *trolley-cars*, du poids de 8 tonnes. Ces locomotives, au nombre de cinq, peuvent remorquer des trains de 60 tonnes avec des vitesses de 7 à 8 milles à l'heure. La force électromotrice est de 250 volts. La longueur du parcours est d'environ 2 milles. En outre, les travaux du fond comportent deux plans inclinés : à la tête de chacun d'eux se trouve un treuil ; l'un de ces treuils est commandé par un petit moteur à vapeur, l'autre reçoit son mouvement du jour au moyen d'une transmission par câble.

Dans les puits d'extraction circulent des cages guidées. On emploie le tambour cylindrique et le câble rond en acier.

Contrairement aux habitudes américaines, le charbon est lavé. Cette opération se fait dans de simples *jigs*.

Au jour, on emploie à la fois des manœuvres blancs payés $ 2,50 et des Chinois (chauffeurs et autres) payés $ 1,25.

Deux analyses, faites sur les houilles de Vancouver, ont donné les résultats suivants :

	I	II
Carbone fixe	56,64	59,02
Hydrocarbures	34,00	33,18
Eau	2,05	1,24
Cendres	6,41	6,56
	100,10	100,00
Soufre	0,16 p. 100	0,20 p. 100
Densité	1,36	1,28
Poids d'eau vaporisée par kilogr. de houille brûlé	kg. 13,17	kg. 14,16

Statistique. — Les houillères en exploitation au cours de l'année 1895 ont été les suivantes :

Houillère de Nanaïmo, à la New Vancouver Coal Mining and Land C° Limited ;

Houillère de Wellington, appartenant à MM. R. Dunsmuire et fils ;

Houillère de l'Union à la Union Colliery C°.

L'extraction de la houille en 1895 s'est élevée à 939.654 tonnes.

Ce chiffre se répartit entre les diverses exploitations, comme il suit :

	Tonnes.
Houillère de Nanaïmo	338.198
— Wellington	336.906
— l'Union	264.550
Extraction totale en 1895	939.654
Stocks disponibles au 1er janvier 1895	38.579
Total disponible en 1895	978.233

Les exportations, en 1895, atteignent 756.333 tonnes et se répartissent comme suit :

	Tonnes.
Nanaïmo	234.321
Wellington	394.878
Union	227.134
Total des exportations en 1895	756.333
Consommation sur place	188.349
Stocks au 1er janvier 1896	33.550
Total	978.233

La consommation indigène s'est élevée à 188.349 tonnes, contre 165.776 en 1894. Ce chiffre comprend la consommation par les mines elles-mêmes.

Les houilles exportées sortent par les ports de Nanaïmo, Departure Bay et d'Union près de Comox, île de Vancouver. Les exportations sont surtout à destination de San Francisco, San Pedro et San Diego (Californie).

Le taux des frets serait de $ 1,75 à $ 2 la tonne pour San Francisco, et de $ 2,15 à $ 3 pour San Diego et les ports du sud de la Californie.

Les houilles de l'île de Vancouver ont à lutter sur le marché

californien, le seul qui leur soit ouvert, contre des concurrents nombreux, particulièrement contre les charbons anglais et australiens, qui limitent leur expansion.

De plus, les conditions de vente sont assez défavorables, pour les raisons suivantes :

Les cargo-boats qui font le service pour la Californie, n'ayant pas de fret de retour, sont obligés de revenir sur lest ; la houille de Nanaïmo a à acquitter un droit de douane de 40 cents par tonne, dont sont exempts les lignites post-crétacés et tertiaires de la côte Est de Puget Sound, dans l'État de Washington (États-Unis) ; enfin, le Southern Pacific Railway, l'un des plus gros consommateurs de houille du Pacifique, vient de substituer au charbon, sur ses lignes du sud, le pétrole de la Californie du Sud pour le chauffage de ses locomotives ; sur la Shasta route, les locomotives sont chauffées au bois.

Aussi l'industrie minière traverse-t-elle une crise. Toutefois les charbons de Vancouver occupent encore une place prépondérante en Californie, ainsi qu'il ressort du tableau suivant.

Importation de houilles en Californie en 1895.

Provenances.	Tonnes.
Colombie Britannique	651.295
Australie	268.960
Angleterre et Pays de Galles	201.180
Écosse	4.098
Eastern, Cumberland et Anthracite (Pensylvanie)	26.863
Steattle, Franklin, Green River (Etat de Washington)	150.888
Carbon Hill et South Prairie (Etat de Washington)	256.267
Mount Diablo (Californie) et Coos Bay (Orégon)	84.954
Japon	9.015
Total en 1895	1.653.520
— 1894	1.527.754

Pour le coke, les importations en Californie se montent à 28.688 tonnes, de provenance anglaise.

La houille de Nanaïmo et de Wellington n'est pas propre à la fabrication du coke ; mais il en serait différemment de celle d'Union : les exploitants viennent de construire cent fours à coke

de grandes dimensions, en vue de fournir le marché californien, et il serait question d'en construire cent nouveaux. Tous ces fours, en activité, pourraient atteindre une production de 140 tonnes par jour. Ils seront un jour en mesure de concourir à approvisionner les *smelters* du continent du combustible nécessaire au traitement des minerais, mais ils ne supplanteront pas les cokes anglais.

Ajoutons que la houille de Vancouver ne remplit pas le rôle qui paraîtrait devoir lui être dévolu, celui de fournir de combustible l'escadre anglaise du Pacifique. Celle-ci consomme exclusivement du charbon de Cardiff, non que la houille de Nanaïmo soit impropre au chauffage des machines marines. Les paquebots du Canadian Pacific Ry. l'emploient et suffisent aux exigences du service postal et aux vitesses qui leur sont imposées; ils la préfèrent même au charbon japonais, au point qu'ils en embarquent dans leurs soutes suffisamment pour subvenir en partie à la consommation du voyage de retour; pour l'excédent seulement, ils auraient recours au charbon japonais. Mais, outre que le Cardiff a un pouvoir calorifique supérieur et encrasse moins les grilles, la cause la plus marquée de cette préférence serait sa propriété de ne pas faire de fumée, la présence de l'escadre ne se révélant pas au loin par des torrents de fumée noire.

Les bassins de l'île de Vancouver n'ont ainsi qu'un rôle régional limité, l'absence de débouchés, la concurrence qu'ils rencontrent sur le seul marché qui leur soit ouvert ne leur permettant pas de développer leur extraction.

(Extrait d'un *Rapport* adressé *à M. le Ministre des Affaires étrangères*, par M. Camille JORDAN, consul de France à Vancouver.)

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décision ministérielle, du 18 *mars* 1897, *approuvant le procès-verbal de l'adjudication prononcée après déchéance* (*), *le* 28 *décembre* 1896, *des concessions ci-après désignées :*

Concession des mines de galène de LA BÉRANGÈRE (Haute-Savoie; *en faveur de M.* DIÉDERICHS; — *prix :* 101 *francs*) ;

Concession des mines de galène de NOTRE-DAME-DE-LA-GORGE (Haute-Savoie; *en faveur de M.* DIÉDERICHS; — *prix :* 301 *francs*);

Concession des mines d'asphalte et matières bitumineuses des DOUATTES (Haute-Savoie ; *en faveur de M.* DANZER, *pour la* SOCIÉTÉ DE PAVAGE ET DES ASPHALTES DE PARIS ; — *prix :* 1.055 *francs*).

Décret du Présiden de la République, du 23 *mars* 1897, *autorisant l'établissement d'un dépôt de dynamite de* 2ᵉ *catégorie sur le territoire de la commune de* SAINT-JEAN-DE-BONNEFONDS (Loire).

Le Président de la République française,

Sur le rapport des ministres du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de l'intérieur, des finances et de la guerre;

Vu la loi du 8 mars 1875 et les décrets des 24 août 1875 et 28 octobre 1882, sur la poudre-dynamite (**);

Vu la demande formée par le sʳ Guillaume, ingénieur à Saint-Etienne, à l'effet d'être autorisé à établir un dépôt de dynamite de 2ᵉ catégorie sur le territoire de la commune de Saint-Jean-de-Bonnefonds (Loire);

Vu les plans annexés à ladite demande et les pièces de l'enquête à laquelle il a été procédé ;

(*) Arrêtés ministériels des 14 et 16 mars 1895 (Volume de 1895, p. 72).

(**) Volumes de 1875, p. 117 et 145; de 1882, p. 265.

Vu l'avis du préfet de la Loire;

Vu l'avis du comité consultatif des arts et manufactures,

Décrète :

Art. 1er. — Le sr Guillaume, ingénieur à Saint-Étienne, est autorisé à établir un dépôt de dynamite de 2e catégorie sur le territoire de la commune de Saint-Jean-de-Bonnefonds (Loire) sous les conditions énoncées aux articles suivants :

Art. 2. — Le dépôt sera établi dans l'emplacement marqué sur le plan d'ensemble produit par le pétitionnaire, lequel plan restera annexé au présent décret.

Art. 3. — Le bâtiment sera, dans toutes ses parties, de construction légère ; il comportera un plafond et un faux grenier.

Des évents, fermés par une toile métallique, seront ménagés tant dans le faux grenier que dans le magasin pour déterminer une large ventilation.

La toiture, non métallique, devra être aussi légère que possible et présenter une saillie suffisante pour protéger les évents du magasin contre les rayons directs du soleil.

Le sol sera soigneusement dallé et les parois du bâtiment seront recouvertes d'un enduit propre à préserver la dynamite contre l'humidité.

Le dépôt sera fermé par deux portes en menuiserie pleine, munies chacune d'une serrure de sûreté.

Art. 4. — Le dépôt sera entouré d'un mur de 50 centimètres d'épaisseur et de 3 mètres de hauteur au-dessus du sol extérieur du dépôt, dans lequel sera disposée une porte solide, munie d'une serrure de sûreté, de 2 mètres de hauteur sur 1 mètre de largeur, pour l'accès au dépôt. La partie supérieure du mur ne sera pas coupée par la baie d'accès.

Art. 5. — Avant que le dépôt puisse être mis en service, les travaux devront être vérifiés, sur l'ordre du préfet du département, par un ingénieur des mines ou des ponts et chaussées, qui, avec le concours d'un ingénieur des poudres et salpêtres, délégué par le ministre de la guerre, s'assurera que toutes les conditions ci-dessus ont été remplies, et, sur le compte qui lui sera rendu par ces ingénieurs, le préfet autorisera, s'il y a lieu, la mise en service du dépôt. Avis de cette mise en service sera donné au ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

Le dépôt sera, en outre, au point de vue technique, soumis en tout temps au contrôle des ingénieurs des poudres et salpêtres, sans que l'assistance de l'autorité municipale soit nécessaire.

Art. 6. — La quantité maximum de dynamite que le dépôt pourra recevoir est fixée à 50 kilogrammes.

Art. 7. — La manutention du dépôt sera confiée à des hommes de choix.

Les caisses contenant les cartouches de dynamite ne devront être ouvertes qu'en dehors de l'enceinte du dépôt; elles seront placées, à l'intérieur du dépôt, sur des tablettes ou un plancher en bois élevé au-dessus du sol.

Les matières inflammables autres que la dynamite, et spécialement les amorces fulminantes, la poudre, les matières en ignition, les pierres siliceuses, les outils en fer, seront formellement exclus du dépôt et de ses abords.

La clôture extérieure ne sera ouverte que pour le service du dépôt, et ce service ne se fera que de jour.

Le dépôt sera placé sous la surveillance d'un agent spécialement chargé de la garde, dont le logement, situé à proximité, sera relié avec les portes du dépôt par des communications électriques établies de telle façon que l'ouverture de ces portes ou la simple rupture des fils de communication fasse fonctionner automatiquement une sonnerie d'avertissement placée dans le logement du surveillant.

Un chien de garde sera, en outre, maintenu en permanence, dans l'enceinte formée par le mur extérieur.

Il sera toujours tenu en réserve, à proximité du dépôt, des approvisionnements d'eau et de sable, ou tout autre moyen propre à éteindre un commencement d'incendie.

La personne qui délivrera la dynamite aura à justifier, à toute réquisition du préfet, de ses délégués et des agents de l'administration des contributions indirectes, de l'emploi de cet explosif. A cet effet, elle devra tenir un registre coté et paraphé par le maire, sur lequel elle inscrira jour par jour et sans aucun blanc :

1° Les quantités introduites et la date de leur réception;

2° La date des livraisons faites aux ouvriers pour un usage immédiat;

3° Les quantités qui leur ont été livrées;

4° Les nom, prénoms et demeure de ces ouvriers.

L'emploi de la dynamite délivrée aux ouvriers sera, en outre, rigoureusement vérifié.

Art. 8. — Dans le cas où des négligences seraient constatées dans l'exploitation, la suppression du dépôt pourra être prononcée dans les conditions déterminées par l'article 9 de la loi du 8 mars 1875 sur la poudre-dynamite.

Art. 9. — Le permissionnaire sera tenu d'emmagasiner les caisses de cartouche de dynamite de manière à éviter l'encombrement et à faciliter aux employés des contributions indirectes leurs vérifications; il devra fournir à ces employés la main-d'œuvre, les poids, les balances et autres ustensiles nécessaires à leurs opérations.

Art. 10. — En cas de guerre et à la première réquisition de l'autorité militaire, le permissionnaire devra évacuer sur le point qui lui sera indiqué la dynamite renfermée dans le dépôt, à moins que cette dynamite ne soit requise par ladite autorité.

Si l'évacuation n'est pas opérée dans le délai prescrit, la destruction de la dynamite pourra être ordonnée sans qu'il en résulte pour le permissionnaire aucun droit à indemnité.

Art. 11. — Le délai accordé au permissionnaire, sous peine de déchéance, pour l'installation du dépôt, est fixé à six mois à partir du jour de la notification de l'autorisation.

Art. 12. — A toute époque, l'administration supérieure pourra prescrire telles autres mesures qui seraient jugées nécessaires dans l'intérêt de la sécurité publique ou de la défense nationale.

Art. 13. — Le permissionnaire devra d'ailleurs se conformer à toutes les dispositions de la loi du 8 mars 1875 et des décrets des 24 août 1875 et 28 octobre 1882 sur la poudre-dynamite, ainsi qu'aux lois et règlements existants ou à intervenir et régissant les établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

Art. 14. — Les ministres du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes, de l'intérieur, des finances et de la guerre, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au *Bulletin des Lois* et publié au *Journal officiel* de la République française.

Fait à Paris, le 23 mars 1897.
FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :

Le Ministre du commerce, de l'industrie,
des postes et des télégraphes,
Henry BOUCHER.

Le Ministre de l'intérieur,
Louis BARTHOU.

Le Ministre des finances,
Georges COCHERY.

Le Ministre de la guerre,
BILLOT.

Décret du Président de la République, du 24 mars 1897, portant extension, quant au périmètre et aux substances concédées, de la concession de mines métalliques des Chalanches (Isère).

(extrait.)

Art. 1er. — Il est fait concession à Mme de Grailly, ropriétaire de la concession des mines d'argent et autres métaux connexes des Chalanches (*) (Isère), des mines de plomb, cuivre, argent et autres métaux connexes, le fer excepté, comprises dans les limites ci-après définies, commune d'Allemont, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère.

Art. 2. — Cette concession est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit:

Au *nord*, par l'axe du ruisseau du Mollard, depuis son point de rencontre F avec l'axe de la Combe qui lui amène les eaux du chemin des Seigneurs et du chemin de Bouvaressy, jusqu'à son point de rencontre C avec la rive droite de l'Eau d'Olle ;

A l'*est* et au *sud*, par la rive droite de l'Eau d'Olle, depuis ledit point C jusqu'à son point de rencontre D avec la rive droite de la Romanche ;

A l'*ouest*, par une ligne droite joignant ledit point D au point de rencontre G de l'axe de la Draye-Crousa, avec l'axe du chemin du Bâton à la Traverse, puis par l'axe dudit chemin jusqu'au Clot, puis par l'axe du chemin du Clot aux Chalmettes et au Coteyssard jusqu'à son intersection A avec une ligne droite partant de l'intersection de l'axe du ruisseau du Bâton avec l'axe du chemin appelé le Voître et dirigée sur le bâtiment Olivier au hameau de Coteyssard, ce point A étant un des sommets de la concession des Chalanches, constituée par ordonnance royale du 19 juillet 1847 ; enfin par une ligne droite joignant ledit point A, au point F de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de sept cent soixante et onze hectares (7 kilomètres carrés, 71 hectares).

Art. 3. — Cette concession sera réunie à la concession des Chalanches, pour ne former avec elle et sous le même nom, qu'une seule et même concession, portant sur le territoire de la commune

(*) Concession instituée par décret du 16 septembre 1808. — Réduction de périmètre prononcée par une ordonnance du 19 juillet 1847 (*Annales des mines*, 2e volume de 1847, p. 682).

d'Allemont et s'appliquant aux substances suivantes : plomb, cuivre, argent et autres métaux connexes, le fer excepté, qui est et demeure délimitée, conformément au plan susvisé, ainsi qu'il suit :

Au *nord*, par une ligne droite partant du point H d'intersection de l'axe du ruisseau du Bâton avec l'axe du chemin appelé le Voître et dirigée sur le bâtiment Olivier, au hameau de Coteyssard, mais en l'arrêtant au point A du plan où elle coupe l'axe du chemin des Chagniers, puis par une droite joignant ledit point A au point de rencontre F de l'axe du ruisseau du Mollard avec l'axe de la Combe qui lui amène les eaux du chemin des Seigneurs et du chemin de Bouvaressy, enfin par l'axe du ruisseau du Mollard depuis ledit point F jusqu'à son point de rencontre C avec la rive droite de l'Eau d'Olle;

A l'*est* et au *sud*, par la rive droite de l'Eau d'Olle, depuis ledit point C, jusqu'à son point de rencontre D avec la rive droite de la Romanche ;

A l'*ouest*, par une ligne droite joignant ledit point D au point de rencontre G de l'axe de la Draye-Crousa avec l'axe du chemin du Bâton à la Traverse, puis par l'axe dudit chemin depuis ledit point G jusqu'à son point de rencontre I avec l'axe du ruisseau du Bâton, enfin par l'axe dudit ruisseau depuis ledit point I jusqu'au point H de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de mille trois cent vingt et un hectares (13 kilomètres carrés, 21 hectares).

Art. 4. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger au plomb, cuivre, argent et autres métaux connexes, le fer excepté, qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des Chalanches.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit à la concessionnaire des mines des Chalanches, soit à une autre personne.

Art. 5. — Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, modifiée par la loi du 27 juillet 1880, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance annuelle de cinq centimes (0 fr. 05) par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 6. — La concessionnaire se conformera aux dispositions du cahier des charges annexé au présent décret, qui est considéré comme en faisant partie essentielle, et qui s'appliquera désormais à l'ensemble de la concession.

Art. 7. — Si la concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, etc. (*).

Art. 8. — Le présent décret sera publié et affiché, aux frais de la concessionnaire, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

Art. 9. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré, par extrait, au *Bulletin s Lois.*

Fait à Paris, le 24 mars 1897.
FÉLIX FAURE.

Par le Président de la République :
Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

CAHIER DES CHARGES

DE LA CONCESSION DES MINES DE PLOMB, CUIVRE, ARGENT ET AUTRES MÉTAUX CONNEXES (FER EXCEPTÉ) DES CHALANCHES.

(EXTRAIT) (**).

Art. 1er. — *Délai d'abornement:* Trois mois.

Art. 5. — *Distance réservée aux abords des cours d'eau:* 10 mètres.

Art. 6. — *Zone de protection des chemins de fer:* 10 mètres.

Art. 11. — La concessionnaire sera tenue de souffrir toutes les ouvertures qui seraient pratiquées pour l'exploitation des mines de fer d'Articol par le concessionnaire de ces mines, ou même le passage à travers ses propres travaux, s'il est reconnu nécessaire, le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

En cas de contestation sur la nécessité ou l'utilité de ces travaux, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues.

Art. 12. — Si l'exploitation des gîtes métallifères, objet de la présente concession, fait reconnaître qu'ils s'approchent des gîtes de fer, objet de la concession d'Articol, la concessionnaire ne pourra exploiter que

---

(*) Conforme à l'art. 6 du décret du 19 janvier 1897 instituant la concession de Tama (voir *suprà*, p. 7).

(**) Les articles non insérés sont conformes aux articles correspondants du cahier des charges de la concession de Tama (voir *suprà*, p. 10), savoir :

Art. 1 à 10, conformes aux articles portant les mêmes numéros ;

Art. 13, 14, 15, respectivement conformes aux art. 11, 12 et 13.

la partie de ces gîtes où l'extraction sera reconnue n'offrir aucun inconvénient pour les mines de la concession d'Articol, situées dans le voisinage.

En cas de contestation à ce sujet, il sera statué par le préfet, ainsi qu'il est dit à l'article ci-dessus, et la concessionnaire devra se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'Administration dans l'intérêt de la bonne exploitation des deux substances.

Décret du Président de la République, du 26 *mars* 1897, *portant rejet de la demande de* M. Lassalle *en autorisation d'effectuer des recherches de mines dans la commune de* la Budelière (Creuse), *nonobstant le refus du propriétaire du sol.*

Le Président de la République française,

Sur le rapport du ministre des travaux publics;

Vu la pétition présentée, le 31 octobre 1896, par M. Lassalle à l'effet d'obtenir l'autorisation d'effectuer des recherches de pyrites de fer et autres minerais connexes associés dans les mêmes gîtes, dans un terrain situé commune de La Budelière (Creuse), n° 12, section C du plan cadastral, et appartenant à Mme vve Rance;

La lettre, en date du 18 décembre 1896, par laquelle celle-ci proteste contre la demande de M. Lassalle;

Les rapports et avis du service des mines, des 27-29 janvier et 16 février 1897;

L'avis du préfet, du 2 février 1897;

L'avis du conseil général des mines, du 26 février 1897;

Vu la loi du 21 avril 1810 et notamment l'article 10;

Décrète:

Art. 1er. — Est rejetée la demande sus-visée de M. Lassalle en autorisation d'effectuer des recherches de pyrites de fer et autres minerais connexes associés dans les mêmes gîtes, dans un terrain situé commune de La Budelière (Creuse), n° 12, section C du plan cadastral, nonobstant le refus du propriétaire de ce terrain.

Art. 2. — Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret qui sera inséré par extrait au *Bulletin des Lois*.

Fait à Paris, le 26 mars 1897.
Félix Faure.

Par le Président de la République :
Le Ministre des travaux publics,
Turrel.

Loi, du 26 mars 1897, ayant pour objet d'autoriser des dérogations à l'article 4 de la loi du 15 juillet 1845, en ce qui concerne les clôtures et barrières de chemins de fer.

Art. 1er. — Par dérogation à l'article 4 de la loi du 15 juillet 1845 (*), sur la police des chemins de fer, le ministre des travaux publics peut, sur tout ou partie des chemins de fer d'intérêt général, dispenser d'établir ou de maintenir des clôtures fixes le long des voies ferrées et des barrières mobiles à la traversée des routes de terre peu fréquentées, toutes les fois que cette mesure lui paraît compatible avec la sûreté de l'exploitation et la sécurité du public.

Art. 2. — La dispense de clôtures ne peut pas être accordée :

1° Sur les lignes ou sections de lignes où circulent plus de trois trains en une heure ;

2° Dans la traversée des lieux habités ;

3° Dans les parties contiguës à des chemins publics, lorsque la voie ferrée est en déblai, à niveau ou en remblai de moins de 2 mètres ;

4° Sur 50 mètres de longueur au moins de chaque côté des passages à niveau ;

5° Aux abords des stations, haltes ou arrêts.

Art. 3. — Pour les chemins de fer dont les projets n'ont pas encore fait l'objet d'une enquête d'utilité publique, en vertu des ordonnances du 18 février 1834 (**) ou du 15 février 1835 (***), si le ministre se propose d'accorder des dispenses de clôtures ou de barrières, mention en est faite dans les pièces de l'enquête.

Pour les chemins de fer déjà construits ou qui ont déjà fait l'objet d'une enquête d'utilité publique, la décision ministérielle n'est rendue qu'après une instruction dans laquelle l'administration exploitante, le préfet et le conseil général du département traversé, ainsi que le conseil général des ponts et chaussées, sont appelés à donner leur avis.

Art. 4. — Les dispenses accordées n'ont qu'un caractère provisoire, le ministre des travaux publics conservant le droit de prescrire, à toute époque et lorsqu'il le reconnaît nécessaire,

---

(*) *Annales des mines*, 2e volume de 1845, p. 812.
(**) d° 1er d° de 1834, p. 716.
(***) d° 1er d° de 1835, p. 652.

l'établissement ou le rétablissement de clôtures fixes et de barrières mobiles sur toute ligne ou section de ligne.

Art. 5. — La loi du 27 décembre 1880 (*) est abrogée.

Décret du Président de la République, du 27 mars 1897, autorisant le service des ponts et chaussées à établir un dépôt de dynamite de 2e catégorie sur le territoire de la commune du CROISIC (Loire-Inférieure) (*contenance maximum :* 50 *kilogrammes*) (**).

Décret du Président de la République, du 27 mars 1897, autorisant les srs ALBÉRY *et* PIGNOT, *entrepreneurs, à établir un dépôt de dynamite de 2e catégorie sur le territoire de la commune de* CHERBOURG (Manche) (*contenance maximum :* 50 *kilogrammes*) (**).

Loi, du 29 mars 1897, portant fixation du budget général des dépenses et des recettes de l'exercice 1897 (extraits relatifs à des modifications :

1° *De diverses lois concernant l'attribution de pensions civiles;*

2° *De la loi du 20 juillet 1886 sur la Caisse nationale de retraites pour la vieillesse*).

1° PENSIONS CIVILES.

Art. 28. — Le 2° de l'article 3 de la loi du 9 juin 1853 (***), qui

---

(*) Loi du 27 décembre 1880 :

Art 1er. — Par dérogation à l'article 4 de la loi du 15 juillet 1845, sur la police des chemins de fer, le ministre des travaux publics pourra, sur tout ou partie des chemins de fer d'intérêt général en construction ou à construire et des lignes d'intérêt local qui ont été ou qui seront ultérieurement incorporées au réseau d'intérêt général, dispenser de poser des clôtures fixes le long des voies ferrées et des barrières mobiles à la traversée des routes de terre, toutes les fois que cette mesure lui paraîtra compatible avec la sûreté de l'exploitation et la sécurité du public.

Art. 2. — Les dispenses accordées dans ces conditions n'auront qu'un caractère provisoire, le ministre des travaux publics conservant le droit de prescrire, à toute époque et lorsqu'il le reconnaîtra nécessaire, l'établissement de clôtures fixes et de barrières mobiles sur les lignes ou portions de lignes ci-dessus désignées.

(**) Voir *suprà*, p. 81, le décret du 23 mars 1897 (dépôt de dynamite à Saint-Jean-de-Bonnefonds).

(***) Volume de 1853, p. 146.

détermine les retenues à supporter par les fonctionnaires et employés directement rétribués par l'État sur les sommes qui leur seront payées à titre d'émolument personnel, est modifié ainsi qu'il suit :

« 2° Une retenue du douzième des mêmes rétributions, lors de la première nomination ou dans le cas de réintégration, à prélever par quart sur les quatre premières mensualités, et du douzième de toute augmentation ultérieure. »

Art. 29. — Le troisième paragraphe de l'article 10 de la loi du 30 novembre 1875 (*) est modifié ainsi qu'il suit:

« Cette pension sera réglée :

« 1° En ce qui concerne le fonctionnaire soumis, pour la pension, à la loi du 9 juin 1853, conformément au troisième paragraphe de l'article 12 de ladite loi ;

« 2° En ce qui concerne le fonctionnaire soumis, pour la pension, à laloi du 22 août 1790, à raison de 1/30e par année de service, de la pension qui aurait été liquidée à son profit pour trente ans de services.

« Les mêmes dispositions sont applicables dans le cas prévu par le second paragraphe de l'article unique de la loi du 26 décembre 1887 (**). »

(*) Loi organique sur l'élection des députés.

L'article 10 est ainsi conçu :

« *Art.* 10. — Le fonctionnaire (*élu député*) conserve les droits qu'il a acquis à une pension de retraite et peut, après l'expiration de son mandat, être remis en activité.

« Le fonctionnaire civil qui, ayant eu vingt ans de service à la date de l'acceptation de son mandat de député, justifiera de cinquante ans d'âge à l'époque de la cessation de ce mandat, pourra faire valoir ses droits à une pension de retraite exceptionnelle.

« Cette pension sera réglée conformément au troisième paragraphe de l'article 12 de la loi du 9 juin 1853.

« Si le fonctionnaire est remis en activité après la cessation de son mandat, les dispositions énoncées dans les articles 3, paragraphe 2, et 28 de la loi du 9 juin 1853, lui seront applicables.

« Dans les fonctions où le grade est distinct de l'emploi, le fonctionnaire, par l'acceptation du mandat de député, renonce à l'emploi et ne conserve que le grade. »

(**) Loi relative aux incompatibilités parlementaires, ainsi conçue :

« *Article unique.* — Jusqu'au vote d'une loi spéciale sur les incompatibilités parlementaires, les articles 8 et 9 de la loi du 30 novembre 1875 seront applicables aux élections sénatoriales.

« Tout fonctionnaire atteint par cette disposition, qui comptera vingt ans de service et cinquante ans d'âge à l'époque de l'acceptation de son

Art. 33. — Le tableau n° 3, annexé à la loi du 9 juin 1853 (art. 7), est modifié ainsi qu'il suit :

« Les mots « fonctionnaires de l'enseignement et ingénieurs des ponts et chaussées et des mines » inscrits à la 2e section sont remplacés par les mots « fonctionnaires de l'enseignement, ingénieurs, sous-ingénieurs, conducteurs et commis des ponts et chaussées, ingénieurs, contrôleurs et commis des mines, contrôleurs-comptables des chemins de fer. »

2° CAISSE NATIONALE DE RETRAITES POUR LA VIEILLESSE.

Art. 45. — L'article 16 de la loi du 20 juillet 1886 (*) est modifié ainsi qu'il suit :

« L'ayant droit à une rente viagère qui a fixé son entrée en jouissance à un âge inférieur à soixante-cinq ans peut, dans le trimestre qui précède l'ouverture de la rente, retarder de cinq années son entrée en jouissance, sans qu'elle puisse, d'ailleurs, être reportée au-delà de soixante-cinq ans et sans que la rente, augmentée d'après les tarifs en vigueur, puisse excéder 1.200 francs et enfin sans qu'il y ait lieu au remboursement d'une partie du capital déposé.

« Le titulaire qui a invoqué le bénéfice du paragraphe 1er du présent article conserve néanmoins le droit d'obtenir, sur sa simple demande, la liquidation de sa pension à toute année d'âge accomplie pendant la période de cinq ans fixée par le dernier ajournement. Toutefois, cette demande de liquidation ne sera reçue que pendant les trois mois qui suivront la date à laquelle le déposant aura atteint l'âge définitivement choisi pour l'entrée en jouissance de sa rente. Chacune des rentes produites tant par l'ajournement antérieurement souscrit que par les versements ou abandons de capitaux postérieurs à cet ajournement, est calculée à nouveau, d'après les tarifs, aux époques où les différentes opérations, soit de versement, soit d'abandon ou d'ajournement, ont été effectuées.

---

mandat pourra faire valoir ses droits à une pension de retraite proportionnelle qui sera réglée conformément au troisième paragraphe de l'article 12 de la loi du 9 juin 1853. »

(*) Volume de 1894, p. 429.

Décret du Président de la République, du 31 mars 1897, autorisant la réunion des concessions de mines de houille du Soulié *et de* Saint-Perdoux (Lot).

(EXTRAIT.)

Art. 1er. — M. et Mme Dubert sont autorisés, sous la condition énoncée à l'article suivant, à réunir les concessions de mines de houille du Soulié et de Saint-Perdoux, département du Lot (*).

Art. 2. — L'exploitation de chacune des concessions réunies devra, conformément à l'article 31 de la loi du 21 avril 1810, être tenue en activité.

Art. 3. — Le présent décret sera publié et affiché aux frais des concessionnaires, dans les communes sur lesquelles s'étendent les concessions réunies.

Art. 4. — Le ministre des travaux publics est chargé, etc.

Fait à Paris, le 31 mars 1897.
Félix Faure.

Par le Président de la République :

Le Ministre des travaux publics,
Turrel.

(*) Actes institutifs des concessions :

Le Soulié : Décrets des 9 juin 1860, 22 mai 1865, 19 septembre 1878, 3 avril 1882 et 14 avril 1892 (Volumes de 1860, p. 208; de 1865, p. 276; de 1878, p. 307; de 1882, p. 137, et de 1892, p. 203.

Saint-Perdoux: décret du 11 avril 1866 (Volume de 1866, p. 48).

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

CHEMINS DE FER. — AFFICHAGE DE LA PROVENANCE DES RETARDS DES TRAINS DE VOYAGEURS DANS LES GARES.

A MM. les Administrateurs de la Compagnie d chemin de fer d

Paris, le 9 mars 1897.

Messieurs, aux termes de la circulaire ministérielle du 30 janvier 1856, les compagnies de chemins de fer sont tenues de faire afficher dans les gares intéressées les retards d'une certaine importance survenus dans la marche des trains de voyageurs attendus et les causes de ces retards, afin de calmer les légitimes inquiétudes du public.

Avec le développement des voies ferrées, le mode d'affichage primitivement adopté est devenu insuffisant, notamment dans les gares où le mouvement de la circulation est très actif, et des réclamations ont été adressées à mon administration à ce sujet. En cas de retard, en effet, les employés ne peuvent pas toujours répondre clairement aux questions qui leur sont posées; de là un certain désordre et un mécontentement motivé parmi les personnes qui attendent l'arrivée des trains.

J'ai, en conséquence, décidé, sur l'avis du comité consultatif des chemins de fer, qu'à l'avenir les compagnies devraient faire afficher dans les gares de Paris, en des endroits facilement accessibles au public, les retards des trains de voyageurs dont la durée excéderait quinze minutes. La mesure serait également appliquée dans toutes les gares de province recevant 20 trains de chaque sens par jour et plus. L'affiche pourrait, du reste, être libellée de la façon suivante :

RETARDS ANNONCÉS.

NUMÉRO du TRAIN	PROVENANCE	HEURE NORMALE d'arrivée	IMPORTANCE du RETARD	CAUSE DU RETARD (quand le retard excède une heure)

J'ai pensé, en outre, avec le comité consultatif, qu'il y aurait intérêt à renseigner le public sur le point de départ de chaque train, et qu'à cet effet il conviendrait d'apposer, aux portes de sortie des voyageurs, dans les gares de Paris et dans celles de province ci-dessus désignées, un tableau indiquant d'une manière très apparente la provenance du train entrant en gare.

Veuillez, je vous prie, m'accuser réception de la présente circulaire que je porte à la connaissance du service du contrôle et me rendre compte des dispositions que vous aurez prises pour assurer l'exécution des instructions qu'elle renferme.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

PERSONNEL. — DÉCORATIONS ÉTRANGÈRES.

A M. , Ingénieur en chef des

Paris, le 31 mars 1897.

Monsieur l'Ingénieur en chef, aux termes du décret du 10 juin 1853, les Français ne peuvent porter des ordres étrangers s'ils n'en ont reçu l'autorisation du chef de l'État. Il résulte des renseignements qui m'ont été adressés par M. le grand-chancelier de la légion d'honneur, que cette prescription n'est pas rigoureusement observée, et que le nombre des personnes se montrant publiquement porteurs de rubans ou d'insignes d'ordres étrangers dépasse de beaucoup celui des autorisations accordées par décret, après avis du conseil de l'ordre.

En outre, de nombreux titulaires d'ordres dont le ruban ou la rosette ressemblent à ceux de la légion d'honneur n'observent

pas l'obligation, insérée aux décrets d'autorisation, de porter avec la rosette ou le ruban une croix du diamètre réglementaire.

M. le grand-chancelier vient, en conséquence, de prier MM. les ministres de l'intérieur et de la justice de prendre les mesures nécessaires pour assurer l'exécution des prescriptions relatives aux ordres étrangers.

J'attache une grande importance, Monsieur l'Ingénieur en chef, à ce que les fonctionnaires et agents relevant de mon département, qui auraient reçu des décorations de puissances étrangères, se conforment exactement aux dispositions du décret du 10 juin 1853. Je vous serai obligé de rappeler ces dispositions au personnel de votre service et de veiller à ce qu'elles soient strictement observées.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

CONGÉ RENOUVELABLE.

Arrêté du 12 *mars* 1897. — M. **Ledoux,** Ingénieur en Chef de 1re classe, est maintenu, sur sa demande, dans la situation de congé renouvelable pour une nouvelle période de cinq ans et autorisé à rester au service de la Société minière et métallurgique de Peñarroya (Espagne), en qualité de Directeur technique, à la résidence de Paris.

DÉCISIONS DIVERSES.

Décision du 9 *mars* 1897. — M. **Laurans,** Ingénieur ordinaire de 1re classe, récemment appelé de Moulins à Lyon, est autorisé, malgré ce changement de résidence, à garder l'instruction des affaires se rapportant spécialement aux sources domaniales des Célestins, à Vichy.

M. l'Ingénieur ordinaire **Colin de Verdière,** qui a remplacé M. **Laurans** à la résidence de Moulins, restera d'ailleurs chargé de l'instruction des affaires intéressant les sources des Célestins, à titre général, comme faisant partie de l'ensemble des sources domaniales de Vichy.

Arrêté du 18 *mars* 1897. — M. **Walckenaer,** Ingénieur ordinaire de 1re classe, Secrétaire-Rapporteur de la Commission centrale des machines à vapeur, aura entrée au Comité de l'exploitation technique des chemins de fer en qualité d'Auditeur.

Décision du 23 *mars* 1897. — M. **Bertrand,** Ingénieur en chef de 1re classe, Membre de l'Institut, attaché au service central de la carte géologique de France, est désigné pour représenter ce ser-

vice au Congrès géologique international qui doit se tenir à Saint-Pétersbourg au mois d'août 1897.

II. — Contrôleurs des mines.

AVANCEMENT.

8 *mars* 1897. — M. **Rossi**, Contrôleur de 3e classe, détaché au service des travaux publics de Madagascar, est élevé à la 2e classe de son grade.

DÉCISIONS DIVERSES.

3 *mars* 1897. — M. **Pommier**, Contrôleur de 3e classe, attaché, dans le département du Puy-de-Dôme, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Clermont-Ferrand et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, est attaché, en outre, au service du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Orléans.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS

ÉTAT GÉNÉRAL DU PERSONNEL DES MINES

AU 1er MAI 1897.

M. TURREL

DÉPUTÉ, MINISTRE.

BUREAUX DE L'ADMINISTRATION CENTRALE.

DIRECTION DU PERSONNEL ET DE LA COMPTABILITÉ.

M. Rabel (O ✱) (✿ A), *ingénieur en chef des ponts et chaussées,* directeur.

DIVISION DU PERSONNEL.

M. Pluyette ✱ (✿ A), chef de division.
M. Desbordes (✿ A), chef de bureau.
M. Tisserant, *idem.*
M. Lesage (Philippe) ✱, *idem.*

DIRECTION DES ROUTES, DE LA NAVIGATION ET DES MINES.

M. Quinette de Rochemont (O ✻), *inspecteur général des ponts et chaussées, conseiller d'État*, directeur.

DIVISION DES MINES.

M. Michelot ✻ (Ⓘ A), chef de division.

1er BUREAU. — MINES.

Recherches et concessions de mines. — Surveillance des mines, minières, tourbières, carrières. — Canaux, galeries d'écoulement et de circulation. — Contrôle de la construction et de l'exploitation des chemins de fer miniers et contrôle de l'exploitation des chemins de fer industriels. — Recherche, captage, aménagement et conservation des sources minérales. — Cartes géologiques et agronomiques. — Laboratoires de chimie pour l'analyse des substances minérales et des engrais industriels. — Examen des inventions se rapportant à l'industrie minérale et métallurgique. — Redevances sur les mines. — Topographies souterraines. — Machines et appareils à vapeur. — Surveillance de la navigation maritime et fluviale à vapeur. — Annales des mines.

M. Dreux ✻, chef de bureau.

M. de Lancelin, sous-chef de bureau.

2e BUREAU. — STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE ET DES APPAREILS A VAPEUR.

Réunion et coordination des documents statistiques et économiques sur les mines, minières, carrières et tourbières; sur les salines; sur le personnel ouvrier des mines et des carrières; sur les accidents arrivés dans les mines et autres exploitations minérales; sur les sources d'eau minérale autorisées; sur les usines à fer et les autres usines métallurgiques; sur les huiles minérales et les asphaltes; sur les machines à vapeur fixes ou locomobiles, les locomotives et les bateaux à vapeur; sur les accidents dus à l'emploi de la vapeur. — Substances minérales et métallurgiques : importations et exportations, consommation. — Renseignements sur l'industrie minière des colonies; extraits des statistiques minérales étrangères. — Publication des statistiques annuelles et semestrielles : préparation et publication de cartes et tableaux graphiques concernant l'industrie minérale et les appareils à vapeur.

M. Sol ✻, chef de bureau.

M. Lesage (Magloire), sous-chef de bureau.

DIRECTION DES CHEMINS DE FER.

M. Lethier (O ✻), *inspecteur général des ponts et chaussées, conseiller d'État*, directeur.

DIVISION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. Chahuet ✻, chef de division.

M. Maupin, chef de bureau.

M. Thévenez, chef de bureau.

DIVISION DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET DE LA STATISTIQUE.

M. Moullé ✻ (Ⓘ A), chef de division.

M. Guichard ✻ (Ⓘ A), chef de bureau.

M. Duru ✻, chef de bureau.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le ministre, *président.*

Le directeur du personnel et de la comptabilité et le conseiller d'Etat, directeur des routes, de la navigation et des mines sont membres permanents du conseil général des mines.

Le conseiller d'Etat directeur des chemins de fer siège dans le conseil général des mines, avec voix délibérative, pour les affaires concernant le service des chemins de fer.

MM.

Linder (C ✻) (🙭 I), inspecteur général de 1re classe, *vice-président.*

Haton de la Goupillière (C✻)(🙭I), Orsel (O ✻), Lorieux (O ✻), inspecteurs généraux de 1re classe.

Peslin ✻ (🙭 A), Vicaire ✻, Aguillon (O ✻), Keller (O ✻), Worms de Romilly (O ✻), N..., inspecteurs généraux de 2e classe.

Zeiller ✻ (🙭 A), ingénieur en chef de 1re classe, *secrétaire.*

Secrétariat du Conseil.

MM. Zeiller ✻ (🙭 A), ingénieur en chef de 1re classe, *d, n., secrétaire.*
Bellom (Maurice), ingénieur ordinaire de 2e classe, *attaché au secrétariat.*

Bureau du secrétariat.

M. Desserée ✻, chef de bureau.

COMITÉ CONSULTATIF DES CHEMINS DE FER.

Le comité consultatif des chemins de fer est présidé par le ministre des travaux publics.

En l'absence du ministre, le comité est présidé par le vice-président.

Sont membres de droit du comité :

Le président de la commission des chemins de fer du Sénat;
Le président de la commission des chemins de fer de la Chambre des députés;
Le conseiller d'Etat, directeur des chemins de fer au ministère des travaux publics;
Le conseiller d'Etat, directeur des routes, de la navigation et des mines au ministère des travaux publics;
Le directeur du personnel et de la comptabilité au ministère des travaux publics.
Le directeur des chemins de fer de l'Etat.

Autres membres du comité :

MM.

Picard, président de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie, du Conseil d'État, *vice-président*.

Déandreis,	sénateur.
Dubost (Antonin),	*idem*.
Gauthier,	*idem*.
Huguet,	*idem*.
Loubet,	*idem*
Obissier Saint-Martin,	*idem*.
Prévet,	*idem*.
Reymond,	*idem*.
Waddington (Richard),	*idem*.
Aynard,	député.
Cochery (Georges),	*idem*.
Dron,	*idem*.
Dupuy-Dutemps,	*idem*.
Jonnart,	*idem*.
Lavertujon,	*idem*.
Pelletan (Camille),	*idem*.
Ricard (Henri),	*idem*.
Sibille,	*idem*.
Vallé,	*idem*.

Bousquet, conseiller d'État, membre de la section des travaux publics, de l'agriculture, du commerce et de l'industrie.

Chauchat,	conseiller d'État,	*idem*.
Cotelle,	*idem*.	*idem*.
Hébrard de Villeneuve,	*idem*.	*idem*.
Herbette,	*idem*.	*idem*.

Delaunay-Belleville, président de la chambre de commerce de Paris.

Lainey, membre de la chambre de commerce de Paris.

Brunet, président de la chambre de commerce de Bordeaux.

Latham,	*idem*.	du Havre.
Rogé,	*idem*.	de Nancy.
N...,		

Dervillé, président du tribunal de commerce de la Seine.

Pallain, directeur général des douanes.

Machart, inspecteur général des finances.

George, président de chambre à la cour des comptes.

Huguet (Louis), conseiller référendaire à la cour des comptes.

Ansault, administrateur de l'exploitation postale au ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

Chandèze, directeur du commerce au ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

DISLÈRE, conseiller d'État, délégué du ministère du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes.

NICOLAS, conseiller d'État, directeur du travail et de l'industrie au ministère du commerce, de l'industrie des postes et des télégraphes.

BÉNARD (Jules), agriculteur, membre du conseil supérieur d'agriculture et de la Société nationale d'agriculture.

DAUBRÉE, directeur des forêts au ministère de l'agriculture.

TISSERAND, conseiller-maître à la cour des comptes, directeur honoraire au ministère de l'agriculture.

DELOCRE, inspecteur général des ponts et chaussées.

DONIOL, *idem.*

GAY, *idem.*

RICOUR, *idem.*

ORSEL, inspecteur général des mines.

MARMOTTAN, président du conseil d'administration des mines de Bruay.

FAYOL, directeur de la Société concessionnaire des mines de Commentry et de Decazeville.

COUVREUR, président de la chambre syndicale de la marine (navigation intérieure).

PAPELIER, fondateur des docks nancéens.

ARMEZ, ingénieur civil.

GOTTSCHALK, *idem.*

LAHAYE, *idem.*

OLTRAMARE, membre agrégé de l'institut des actuaires français.

GRIOLET, membre de la commission permanente du congrès international des chemins de fer.

N..., président de la chambre syndicale des industries diverses.

PÉROCHEAU, ouvrier ajusteur dans les ateliers de la Compagnie des chemins de fer de l'Ouest.

GUIMBERT, président de la fédération générale française professionnelle des mécaniciens et chauffeurs des chemins de fer et de l'industrie.

Le directeur de l'inspection des chemins de fer de l'État et les inspecteurs généraux chargés de la direction des services de contrôle des chemins de fer ont entrée dans le comité avec voix délibérative pour les affaires de leur service, et voix consultative pour les autres affaires.

L'un des ingénieurs en chef des ponts et chaussées adjoints à la direction des chemins de fer (M. Pérouse), a entrée au comité avec voix consultative.

AUBURTIN, maître des requêtes au Conseil d'État, *secrétaire* (avec voix délibérative.)

CHARDON, auditeur au Conseil d'État, *secrétaire-adjoint.*

GUILLAUMOT, *idem.*
TIRMAN, *idem.*
SILHOL, *idem.*
} *rapporteurs-adjoints* (avec voix consultative.)

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

LINDER, inspecteur général des mines, *président.*

HATON DE LA GOUPILLIÈRE, inspecteur général des mines, directeur de l'école nationale supérieure des mines.

RICOUR, inspecteur général des ponts et chaussées.

LORIEUX, inspecteur général des mines.

VICAIRE, *idem.*

N..., *idem.*

HIRSCH, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur à l'école nationale des ponts et chaussées.

LÉVY (Michel), ingénieur en chef des mines.

CLÉRAULT, ingénieur en chef des mines.

CLÉMENT, directeur des constructions navales, adjoint à l'Inspection générale du génie maritime.

DEBIZE, ingénieur en chef du service central des manufactures de l'Etat.

FARCOT, constructeur de machines à vapeur.

MAYER (Ernest), ingénieur en chef honoraire de la Cie des chemins de fer de l'Ouest.

LIÉBAUT, président honoraire de la chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers, fondeurs.

POLONCEAU, ingénieur en chef du matériel et de la traction au chemin de fer d'Orléans.

DELAUNAY-BELLEVILLE, président d'honneur de la chambre syndicale des mécaniciens, chaudronniers, fondeurs.

PÉRISSÉ, ingénieur civil.

WALCKENAER, ingénieur des mines, *secrétaire-rapporteur.*

SOYEZ (V.), contrôleur principal des mines, *attaché au secrétariat.*

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Le directeur du personnel et de la comptabilité et le conseiller d'État, directeur des routes, de la navigation et des mines font partie de la commission.

Autres membres de la commission :

MM.

LINDER, inspecteur général des mines, *président.*

Les autres membres du conseil général des mines.

CARNOT, inspecteur général, inspecteur de l'école nationale supér. des mines.

CHEYSSON, inspecteur général des ponts et chaussées, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

POTIER, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supérieure des mines.

Ledoux, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.
Douvillé, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.
Bertrand, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supér. des mines.
Le Chatelier, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supérieure des mines.
Lodin, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supérieure des mines.
Sauvage, ingénieur en chef, professeur à l'école nationale supérieure des mines.
Humbert, ingénieur ordinaire, professeur à l'école nationale supérieure des mines.
Termier, ingénieur ordinaire, professeur à l'école nationale supérieure des mines.
De Launay, ingénieur ordinaire, professeur à l'école nationale supérieure des mines.
Zeiller, ingénieur en chef, *secrétaire*.

COMITÉ DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE DES CHEMINS DE FER.

Le comité est présidé par le Ministre des travaux publics.

Le conseiller d'Etat, directeur des chemins de fer, le directeur de l'inspection des chemins de fer de l'Etat et les inspecteurs généraux des ponts et chaussées ou des mines, chargés de la direction des services de contrôle des chemins de fer, sont membres de droit du comité.

Le directeur de l'inspection des chemins de fer de l'Etat et les inspecteurs généraux, chargés de la direction des services de contrôle des chemins de fer peuvent, en cas d'absence ou d'empêchement, être suppléés par l'un des ingénieurs en chef placés sous leurs ordres, qui aura alors entrée au comité avec voix délibérative pour les affaires de son service.

M. Luneau, ingénieur en chef des ponts et chaussées, adjoint à la direction des chemins de fer, a entrée au comité, avec voix consultative.

Autres membres du comité :

MM.

Orsel, inspecteur général des mines, *vice-président*.
Linder, inspecteur général des mines.
Vicaire, inspecteur général des mines.
Ricour, inspecteur général des ponts et chaussées.
Olry, ingénieur en chef des mines.
Bricka, ingénieur en chef des ponts et chaussées, professeur du cours de chemins de fer à l'école nationale des ponts et chaussées.
Pérouse, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Michal, colonel d'artillerie breveté, hors cadres, chef du 4e bureau de l'état-major général de l'armée.
Metzger, directeur des chemins de fer de l'Etat.
Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, membre de l'Institut.
Léauté, membre de l'Institut.

MAYER (Ernest), ingénieur en chef honoraire de la Cie des chemins de fer de l'Ouest.

REYMOND, ancien président de la Société des ingénieurs civils.

SÉLIGMANN-LUI, directeur-ingénieur des lignes télégraphiques.

GOTTSCHALK, ingénieur civil.

PONTZEN, *idem.*

Sont autorisés à assister aux séances du comité en qualité d'auditeurs :

MM.

DEBRAY, ingénieur en chef des ponts et chaussées, secrétaire général de la commission des méthodes d'essai des matériaux de construction.

WALCKENAER, ingénieur ordinaire des mines, secrétaire-rapporteur de la commission centrale des machines à vapeur.

Secrétariat du comité :

MM.

PÉROUSE, ingénieur en chef des ponts et chaussées, *d. n.*, *secrétaire.*

COLIN, *idem.* *secrétaire-adjoint.*

COMMISSION SPÉCIALE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE ET DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE L'ALGÉRIE.

Le conseiler d'Etat, directeur des routes, de la navigation et des mines fait partie de la commission.

Le directeur du service de la carte géologique détaillée assiste aux séances de la commission, avec voix consultative.

MM.

LINDER, inspecteur général des mines, *président.*

FOUQUÉ, membre de l'Institut, professeur d'histoire naturelle des corps inorganiques au Collége de France.

GAUDRY, membre de l'Institut, professeur de paléontologie au Muséum d'histoire naturelle.

CARNOT, inspecteur général, inspecteur de l'école nationale supérieure des mines, membre de l'Institut.

N..., inspecteur général des mines.

N..., *idem.*

N..., *idem.*

NIVOIT, ingénieur en chef des mines, professeur de minéralogie et de géologie à l'école nationale des ponts et chaussées.

ZEILLER, ingénieur en chef des mines.

GOSSELET, correspondant de l'Institut, professeur de géologie à la faculté des sciences de l'université de Lille.

MUNIER-CHALMAS, professeur de géologie à la faculté des sciences de l'université de Paris.

DE LAUNAY, ingénieur ordinaire des mines, professeur de géologie appliquée à l'école nationale supérieure des mines, *secrétaire.*

COMMISSION DU GRISOU.

MM.

Haton de la Goupillière, inspecteur général des mines, membre de l'Institut, *président.*

Lorieux, inspecteur général des mines.

Carnot, inspecteur général des mines, membre de l'Institut.

Aguillon, inspecteur général des mines.

N..., *idem.*

Sarrau, ingénieur en chef des poudres et salpêtres, membre de l'Institut.

Ledoux, ingénieur en chef des mines.

Delafond, *idem.*

Le Chatelier, *idem.*

Chesneau, *idem.* *secrétaire.*

Termier, ingénieur des mines.

COMMISSION CHARGÉE D'EXAMINER ET DE COORDONNER LES RENSEIGNEMENTS STATISTIQUES SUR L'INDUSTRIE MINÉRALE ET LES APPAREILS A VAPEUR.

MM.

Lorieux, inspecteur général des mines, *président.*

Keller, inspecteur général des mines, *secrétaire.*

Michelot, chef de la division des mines.

Zeiller, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des mines.

Sol, chef de bureau, *secrétaire-adjoint.*

COMMISSION DES FORMULES POUR LE SERVICE DES MINES.

MM.

Linder, inspecteur général des mines, vice-président du conseil général des mines, *président.*

Lorieux, inspecteur général des mines.

N..., *idem.*

Aguillon, *idem.* *secrétaire.*

Olry, ingénieur en chef des mines, *secrétaire-adjoint.*

MINES.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX ET INSPECTIONS.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

MM.

Linder (C ✱) (◐ I), rue du Luxembourg, 38.

Haton de la Goupillière (C ✱) (◐ I), *Directeur de l'École nationale supérieure des Mines*, boulevard Saint-Michel, 60.

Moutard (O ✱) (◐ I), *Professeur à l'École nationale supérieure des Mines*, boulevard Arago, 114.

Orsel (O ✱), *Directeur de l'inspection des chemins de fer de l'État*, boulevard Saint-Germain, 215 *bis*.

Lorieux (Edmond) (O ✱) (*inspection du Nord-Ouest*), rue Galilée, 45.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

MM.

Peslin ✱ (◐ A) (*inspection du Sud-Est*), avenue Marceau, 21.

Vicaire (Eugène) ✱ (*inspection du Nord-Est*), rue Gay-Lussac, 30.

Carnot (O ✱) (◐ I), *Inspecteur de l'École nationale supérieure des Mines*, boulevard Saint-Michel, 60.

Aguillon (O ✱) (*inspection du Centre*), rue du Faubourg-Saint-Honoré, 71.

Keller (O ✱) (*Directeur du Contrôle des chemins de fer de l'Est*), avenue des Champs-Élysées, 55.

Worms de Romilly (O ✱) (*inspection du Sud*), rue de Balzac, 7.

INSPECTIONS GÉNÉRALES.

INSPECTION DU NORD-OUEST.

M. Lorieux (Edmond) (O ✻), **Inspecteur général de 1re classe.**

Service ordinaire des départements : Aisne. — Calvados. — Côtes-du-Nord. — Eure. — Eure-et-Loir. — Finistère. — Ille-et-Vilaine. — Loire-Inférieure. — Manche. — Mayenne. — Morbihan. — Nord. — Oise. — Orne. — Pas-de-Calais. — Sarthe. — Seine. — Seine-et-Marne. — Seine-et-Oise. — Seine-Inférieure. — Somme.

École des maîtres-ouvriers mineurs de Douai.

INSPECTION DU NORD-EST.

M. Vicaire (Eugène) ✻, **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Ain. — Ardennes. — Aube. — Côte-d'Or. — Doubs. — Jura. — Marne. — Haute-Marne. — Meurthe-et-Moselle. — Meuse. — Haut-Rhin (partie française). — Saône-et-Loire. — Haute-Saône. — Vosges. — Yonne.

INSPECTION DU CENTRE.

M. Aguillon (O ✻), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Allier. — Cantal. — Cher. — Corrèze. — Creuse. — Indre. — Indre-et-Loire. — Loir-et-Cher. — Loire. — Loiret. — Haute-Loire. — Maine-et-Loire. — Nièvre. — Puy-de-Dôme. — Rhône. — Deux-Sèvres. — Vendée. — Vienne. — Haute-Vienne.

École des Mines de Saint-Étienne.

INSPECTION DU SUD-EST.

M. Peslin ✻ (I A), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Hautes-Alpes. — Ardèche. — Drôme. — Gard. — Hérault. — Isère. — Lozère. — Savoie. — Haute-Savoie.

École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais.

INSPECTION DU SUD-OUEST.

M. N..., **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Ariége. — Aude. — Aveyron. — Charente. — Charente-Inférieure. — Dordogne. — Haute-Garonne. — Gers. — Gironde. — Landes. — Lot. — Lot-et-Garonne. — Basses-Pyrénées. — Hautes-Pyrénées. — Pyrénées-Orientales. — Tarn. — Tarn-et-Garonne.

INSPECTION DU SUD.

M. Worms de Romilly (O ✻), **Inspecteur général de 2e classe.**

Service ordinaire des départements : Basses-Alpes. — Alpes-Maritimes. — Bouches-du-Rhône. — Corse. — Var. — Vaucluse. — Algérie.

SERVICE ORDINAIRE

DANS LES DÉPARTEMENTS.

DIVISION DU NORD-OUEST.

ARRONDISSEMENT DE PARIS.

M. Wickersheimer ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Dunkel ✻ (I), contrôleur ppal.

Sous-arrondissement de Paris.

Dép. — Seine.

M. Pellé (Maxime), Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fagot, contrôleur ppal.

Service actif :

MM.
Pondruel, contrôleur ppal . . . *Paris.* | Froissardey, contrôleur 2e cl. . . *Paris.*
Douat, id. 4e cl. . . *id.*

ARRONDISSEMENT DE DOUAI.

M. Kuss (Henry) ✻ (A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Douai.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Bourgin, commis de 2e cl.

Sous-arrondissement de Lille.

Dép. — Nord (arrondissements administratifs de Lille, Dunkerque et Hazebrouck et mines de l'arrondissement administratif de Douai).

M. Chapuy, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Lille.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Bocquet, comm. stag.

MM.
1re *subdiv. de Lille.* Lefèvre ✻, contr. ppal, *d. n.*
2e *id.* Potaux, id. 2e cl.
3e *subdiv. de Lille.* Claisse, contrôleur 3e cl.

Sous-arrondissement de Valenciennes.

Dép. Nord (arrondissements administratifs de Valenciennes, Cambrai et Avesnes et carrières et appareils à vapeur de l'arrondissement administratif de Douai). — Aisne.

M. Léon, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Valenciennes.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Grombez, comm. 2e cl. | Goursault, expéditionnaire.

Subd. de Douai. MM. Waterlot, contr. 4e cl., *d. n.*
id. de Laon. Moreau, id. 2e cl., *d. n.*
1re *subd. de Valenciennes.* Balteau, contr. 4e cl.
2e *id.* *id.* Lenglet, id. 3e cl.

ARRONDISSEMENT D'ARRAS.

M. Duporcq ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Arras.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Loir, comm. 3e cl.

Sous-arrondissement d'Arras.

Dép. — Pas-de-Calais (arr. administratifs d'Arras, Saint-Pol et Boulogne-sur-Mer). — Mines de houille de Dourges, Courrières, Lens, Douvrin, Meurchin, Carvin, Ostricourt et Drocourt (arr. administratif de Béthune).

M. Weiss, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Arras.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Ponce, comm. 2e cl. | Maitrepierre, comm. 4e cl.

1re subd. d'Arras. MM. Devun, contr. 4e cl.
2e id. Desvignes, id. 4e cl.
3e subd. d'Arras. Décatoire, contrôleur 3e cl.

Sous-arrondissement de Béthune.

Dép. — Pas-de-Calais (arr. administratifs de Montreuil, St-Omer et Béthune, moins les mines de houille de Dourges, Courrières, Lens, Douvrin, Meurchin, Carvin, Ostricourt et Drocourt).

M. Fèvre, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Arras.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Ponce, comm. 2e cl., *d. n.* | Caquil, comm. 4e cl.

Subdiv. d'Arras. MM. Drouot, cont. 2e cl. *d. n.*; Giraudin, contr. 4e cl.
Subd. d'Arras . . Roux (A.), contrôleur, 3e cl.
id. de Béthune. Masson, id. 2e cl.

Sous-arrondissement d'Amiens.

Dép. — Oise, Somme.

MM. Aubert (Francis), Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Amiens.

Subdiv. d'Amiens. Goëb (D.), contr. 1re cl., *d. n.* | *Subdiv. de Beauvais.* Gosse, contr. 2e cl., *d. n.*

ARRONDISSEMENT DE ROUEN.

M. de Genouillac ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Rouen.

Sous-arrondissement de Versailles.

Dép. — Eure-et-Loir, Seine-et-Marne, Seine-et-Oise.

M. Janet (I A) (✻ M A), Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Service actif :

MM.
Goëb (J.), contr. 1re cl., *d. n.* . . *Paris.*
Piuyette, id. 1re cl., *d. n.* . . *id.*
Coste, id. 2e cl. . . . . . *Meaux.*
Hamon (I A), contr. 1re cl., *d. n.* *Orléans.*
Limanton (I A), id. 3e cl. . . . . *Versailles.*

Sous-arrondissement de Rouen.

Dép. — Calvados, Eure, Manche, Orne, Seine-Inférieure.

M. Herscher, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Rouen.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Godefin, comm. 2e cl.

Subd. de Caen. MM. Scheffler, contrôl. ppal, *d. n.*
id. d'Evreux. Girod, id. 1re cl., *d. n.*
id. de Flers. Yvart, id. ppal, *d. n.*
Subd. du Havre. Revel, contrôl. 1re cl., *d. n.*
1re et 2e subd. de Rouen . . Flandrin, id. 2e cl., *d. n.*; Dionot, id. 3e cl., *d. n.*

ARRONDISSEMENT DU MANS.

M. Cousin ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, au Mans.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Jolivet, comm. 2e cl.

Sous-arrondissement du Mans.

Dép. — Côtes-du-Nord, Mayenne, Sarthe.

MM. N..., Ingénieur ordinaire, au Mans.

Subd. de Laval. Corriol, contr. ppal, *d. n.* . . *au Mans* (provt).

Subd. du Mans . . Fourmond, contr. 1re cl., *d. n.*

id. de St-Brieuc. Félix, id. 4e cl., *d. n.*

Sous-arrondissement de Nantes.

Dép. — Finistère, Ille-et-Vilaine, Loire-Inférieure, Morbihan.

MM. Rivet, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Nantes.

1re *subd. de Nantes.* Radigois (✿ A) (✵ M A), contr. ppal.

2e *id.* Coret (✿ A) (✵ M A), contr. 1re cl.

Subd. de Rennes. Chevreul, contr. 2e cl., *d. n.*

Subd. de Brest. . Bolo, id. 2e cl., *d. n.*

DIVISION DU NORD-EST.

ARRONDISSEMENT DE NANCY.

M. Henriot ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Nancy.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Ganier, comm. 3e cl.

Sous-arrondissement de Nancy.

Dép. — Meurthe-et-Moselle.

M. Villain, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Nancy.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Geoffroy, comm. 4e cl.

MM.

Subdiv. de Longwy. Croisille, contr. 1re cl., *d. n.*

1re et 2e *subdiv. de Nancy* . . . Pierron, contr. 1re cl., *d. n.*; Masset, id. 4e cl.

Sous-arrondissement de Reims.

Dép. — Ardennes, Aube, Marne, Meuse.

M. Bailly, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Reims.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Lemaire, comm. 4e cl.

MM.

Subdiv. de Reims. . Dumas (H.), contr. 4e cl., *d. n.*

1re *id. de Mézières-Charleville* . . . . Watrin, id. ppal, *d. n.*

2e *subdiv. de Mézières-Charleville* . . . . . Foucault, contr. ppal, *d. n.*

Subdiv. de Bar-le-Duc. Mermillod, id. ppal, *d. n.*

id. de Troyes. . . Marchal, id. 3e cl., *d. n.*

ARRONDISSEMENT DE NANCY (*suite*).

Sous-arrondissement de Vesoul.

Dép. — Haute-Marne, Haut-Rhin (partie française), Haute-Saône, Vosges.

M. Lebrun, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Vesoul.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Larget, comm. 2e cl.

MM.

Subd. d'Epinal . . .	Pierrat, contr. 1re cl., *d. n.*	*1re subdiv. de Vesoul.*	Chalot, contr. ppal, *d. n.*
id. de Chaumont.	Préchey, id. ppal, *d. n.*	*2e id. id.*	Futin, id. 4e cl. *d. n.*

ARRONDISSEMENT DE CHALON-SUR-SAONE.

M. Delafond ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Chalon.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Mathieu, expéditionnaire.

Sous-arrondissement de Chalon.

Dép. — Ain, Saône-et-Loire.

M. Champy, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Chalon.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Vaillant, contr. 2e cl. | Monin, expéditionnaire.

MM.

1re subdiv. de Chalon.	Papier, contr. 2e cl.	*Subdiv. du Creusot*..	Fourney, contr. 4e cl.
2e id.	Fyot, id. 2e cl.	*id. de Bourg*.. .	Germain, id. 2e cl.

Sous-arrondissement de Dijon.

Dép. — Côte-d'Or, Doubs, Jura, Yonne.

MM. Maison, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Dijon.

Subd. de Besançon.	Bouguet, contr. 1re cl., *d. n.*	*Subdiv. de Dijon*. . .	Roctin, contr. ppal.
id. de Bourg . .	Germain, id. 2e cl., *d. n.*	*id. d'Auxerre* . .	Rigal (Fr.), id. 4e cl.

DIVISION DU CENTRE.

ARRONDISSEMENT DE POITIERS.

M. Durand de Grossouvre ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Bourges (provt).

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Menet, comm. 2e cl.

Sous-arrondissement d'Angers.

Dép. — Maine-et-Loire, Deux-Sèvres, Vendée.

M. de Béchevel ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Angers.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Doizy, comm. 2e cl.

Subdiv. d'Angers. . MM. Platon, contr. 2e cl. | *Subd. de La Roche-sur-Yon* . . . . . Lambert (Q A), contr. 3e cl.

Sous-arrondissement de Tours.

Dép. — Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Loiret, Vienne.

MM. Seligmann-Lui, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Tours.

Subdiv. d'Orléans. Hamon (Q A), cont. 1re cl., *d. n.*
id. de Poitiers. Ravandet, id. 2e cl., *d. n.*
Subdiv. de Tours. . Clavel, contr. ppal, *d. n.*

Sous-arrondissement de Bourges.

Dép. — Cher, Corrèze, Creuse, Indre, Haute-Vienne.

MM. Nadal, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Bourges.

Subdiv. de Bourges. . . Rance, contr. 4e cl.
id. de Guéret. . . . Dumas (A.), id. 3e cl.
Subdiv. de Limoges. Bazin, contr. 2e cl., *d. n.*

ARRONDISSEMENT DE SAINT-ÉTIENNE.

M. Tauzin ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Saint-Étienne.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Martel, comm. ppal. | Schreiner, comm. 2e cl.

Sous-arrondissement de Saint-Étienne-Ouest.

Dép. — Loire (arrondissements administratifs de Roanne et de Montbrison; arrondissement administratif de Saint-Étienne moins la partie orientale de la commune de Saint-Étienne et du canton de Saint-Héand jusqu'au Furens, les communes de la Talaudière, de Terrenoire, de Saint-Jean-Bonnefonds et de Rochetaillée, et les cantons de Saint-Genest-Malifaux, Bourg-Argental, Pélussin, Rive-de-Gier et Saint-Chamond).

M. Coste, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Saint-Étienne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Bès, comm. 4e cl.

MM. *Contrôleurs :*

Laville, 3e cl. . . . . . . *Saint-Étienne.*
Portal, 3e cl. . . . . . . *id.*
Lafond, 4e cl. . . . . . . *Saint-Étienne.*

ARRONDISSEMENT DE SAINT-ÉTIENNE (*suite*).

Sous-arrondissement de Saint-Étienne-Est.

Dép. — Loire (partie de l'arrondissement administratif de Saint-Étienne comprenant la partie orientale de la commune de Saint-Etienne et du canton de Saint-Héand jusqu'au Furens, les communes de la Talaudière, de Terrenoire, de Saint-Jean-Bonnefonds et de Rochetaillée, et les cantons de Saint-Genest-Malifaux, Bourg-Argental, Pélussin, Rive-de-Gier et Saint-Chamond).

M. Leproux, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Saint-Etienne.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Levraud, comm. 3e cl.

Contrôleurs :

MM.

Malplat, ppal. . . . . *Rive-de-Gier.* | Vincent, 3e cl. . . . . . *Saint-Étienne.*
Soulages, 3e cl. . . . . *Saint-Étienne.* | Malaval, 4e cl. . . . . . *id.*

Sous-arrondissement de Lyon.

Dép. — Rhône.

M. Laurans, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Lyon.

Contrôleurs :

MM. Berthon, 3e cl . *Lyon.* | Seignobosc (L.), 3e cl. . *Lyon.*

ARRONDISSEMENT DE CLERMONT.

M. Genreau ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, à Clermont-Ferrand.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Dauphiné, expéditionnaire.

Sous-arrondissement de Clermont.

Dép. — Cantal, Haute-Loire, Puy-de-Dôme (moins les cantons de Montaigut et de Menat).

MM. Cuvelette, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Clermont-Ferrand.

1re *subd. de Clermont.* Seignobosc (Th.), contr. 1re cl., *d. n.* | 2e *subd. de Clermont.* Pommier, contr. 3e cl., *d. n.*

Sous-arrondissement de Moulins.

Dép. — Allier, Nièvre, Puy-de-Dôme (cantons de Montaigut et de Menat).

M. Colin de Verdière, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Moulins.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Meunier, comm. 4e cl.

Subd. de Montluçon. MM. Varin, contr. 1re cl. *d. n.*, *à Moulins.* | *Subdiv. de Moulins.* Vandernotte, contr. 4e cl., *d. n.*

DIVISION DU SUD-EST.

ARRONDISSEMENT DE CHAMBÉRY.

M. Badoureau ✻ (Ⓘ A), Ingénieur en chef de 2e classe, à Chambéry.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Veuillet, commis 1re cl.

Sous-arrondissement de Chambéry.

Dép. — Savoie, Haute-Savoie.

M. N..., Ingénieur ordinaire, à Chambéry.

(*L'intérim est fait par M.* Goddard, *contrôleur.*)

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Burgon, comm. 1re cl.

MM.

Subdiv. de Chambéry. Goddard, contr. ppal., *d. n.*
id. de St-Jean-de-Maurienne. Villet, id. 1re cl.
Subdiv. d'Annecy..... Lesieur, contr. 4e cl.

Sous-arrondissement de Grenoble.

Dép. — Hautes-Alpes, Drôme, Isère.

MM. Primat, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Grenoble.

Subd. de Briançon. Rigal (Gilb.), contr. 4e cl., *d. n.*
id. de Bourgoin. Péricard, id. 1re cl.
1re subd. de Grenoble. Harbulot, id. 2e cl.
2e Subd. de Grenoble. Jourdan (Ⓘ A), contr., 2e cl., *d. n.*
Subdiv. de Valence. Vaillot, contr. 2e cl.

ARRONDISSEMENT D'ALAIS.

M. Boutiron ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Alais.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Houlette, comm. 4e cl.

Sous-arrondissement d'Alais.

Dép. — Ardèche, Gard, Lozère.

M. Verlant, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Alais.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

MM. Barrial, comm. 3e cl. | Boutin, expéditionnaire.

1re subd. d'Alais. MM. Bonnes, contr. 1re cl.
2e id. Domergue, id. 2e cl.
3e id. Bertharion (Ⓘ A), id. 1re cl.
4e subdiv. d'Alais. Jeandon, contr. 3e cl.
5e id. Coignard, id. 2e cl.
Subdiv. de Privas. Thomas (A.) ✻, id. ppal.

Sous-arrondissement de Montpellier.

Dép. — Hérault.

M. Mettrier, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Montpellier.

Subdivision de Montpellier. M. Feyte, contr. ppal, *d. n.*

DIVISION DU SUD-OUEST.

ARRONDISSEMENT DE BORDEAUX.

M. Ichon ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Bonnard, comm. 4e cl.

Sous-arrondissement de Bordeaux-Nord.

Dép. — Charente, Charente-Inférieure, Dordogne, Gironde, Lot-et-Garonne.

M. Jouguet, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Cazalis, comm. 3e cl.

MM.

Subd. d'Angoulême. . Vollot, contr. ppal, *d. n.*
1re subd. de Bordeaux. Duverdier, id. 3e cl.,
2e subd. de Bordeaux. Cazenave, contr. ppal, *d n.*
» Larmanou, id. 3e cl., *d. n.*
Subd. de Périgueux. Jacquin, id. 1re cl., *d n.*

Sous-arrondissement de Bordeaux-Sud.

Dép. — Gers, Landes, Basses-Pyrénées, Hautes-Pyrénées.

M. Nentien, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n*, à Bordeaux.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Séré, comm. 2e cl.

MM.

Subdiv. de Mont-de-Marsan. Béatrix, contr. 4e cl. *d n.*
Subdiv. de Pau. . . Vion, contr. 2e cl., *d. n.*

ARRONDISSEMENT DE TOULOUSE.

M. Dougados ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Toulouse.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Rouzegas, comm. 3e cl.

Sous-arrondissement de Toulouse-Ouest.

Dép. — Ariège, Haute-Garonne.

MM. Caltaux, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Toulouse.

Subdiv. de Foix. . . . . Cloupet, contr. 4e cl.
Subdiv. de Toulouse . . . Barrier, contr. ppal

Sous-arrondissement de Rodez.

Dép. — Aveyron, Lot, Tarn-et-Garonne.

M. Chipart, Ingénieur ordinaire de 3e classe, à Rodez.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Vidal, comm. 4e cl.

MM.

Subd. de Cahors. . . Teyssonnières, contr. 4e cl., *d. n.*
id. de Decazeville. Abadie, id. 2e cl., *d n*
Subd. de Rodez. . . Guillot, contr. 2e cl., *d. n.*
id. Aubin. . . Vernhettes, id. 3e cl.

Sous-arrondissement de Toulouse-Est.

Dép. — Aude, Pyrénées-Orientales, Tarn.

M. Vieira, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Toulouse.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fauch, comm. 3e cl.

MM.

Subdivis. d'Albi	Galtier, contr. 1re cl.	*Subdivis. de Prades.*	Finot, contr. 2e cl., *d. n.*
id. de Carcassonne.	Raynaud, id. 4e cl.		

DIVISION DU SUD.

ARRONDISSEMENT DE MARSEILLE.

M. Oppermann ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Marseille.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Grangeon, comm. 3e cl.

Sous-arrondissement de Marseille-Nord.

Dép. — Basses-Alpes, Vaucluse.

MM. Genty (Lucien), Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Marseille.

Subdivision d'Avignon. Clère, contrôl. ppal.

Sous-arrondissement de Marseille-Sud.

Dép. — Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Corse, Var.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Leclère, Ingénieur ordinaire de 1re classe, à Marseille.

M. Lerisse, comm. 4e cl.

MM.

Subd. de Toulon. .	Roux (P.),	contr. 4e cl.	*1re subd. de Marseille.*	Albin, contr. ppal.
id. de Nice . . .	Liévin,	id. 2e cl., *d. n.*	*2e id.*	Boutes, id. 1re cl.
id. de Bastia. .	Perrot,	id. 3e cl., *d. n.*		

ARRONDISSEMENT D'ALGER.

M. Pouyanne (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Alger.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Lussac, contr. ppal, *d. n.* | Péri, comm. 2e cl.

Sous-arrondissement d'Alger.

Dép. — Alger.

M. Jacob ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Alger.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fraisse, comm. 4e cl.

MM.

1re circons. d'Alger. Dérion, contr. 4e cl., *d. n.* | *2e circons. d'Alger.* Drot, contr. 1re cl., *d. n.*

Laboratoire de chimie d'Alger. — Simon, contr. 3e cl.

ARRONDISSEMENT D'ALGER (*suite*).

Sous-arrondissement de Constantine.

Dép. — Constantine.

M. Lantenois, Ingénieur ordinaire de 2e classe, *d. n.*, à Constantine.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Noceto, comm. 2e cl.

Circonscription de Bône.	MM. Espérandieu, contr. 2e cl., *d. n.*
1re circonscription de Constantine.	Fouiquier, id. 4e cl., *d. n.*
2e circonscription de Constantine.	Chaudoreille, cont. 2e cl., *d. n.*
Circonscription de Tebessa.	Grand, id. 2e cl., *d. n.*

Laboratoire de chimie de Constantine. — M. Sergère, contr. 2e cl.

Sous-arrondissement d'Oran.

Dép. — Oran.

M. Ravier, Ingénieur ordinaire de 3e classe, *d. n.*, à Oran.

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Jeantet, comm. 1re cl.

Circons. d'Oran.	MM. Deleuze, contr. 4e cl. *d. n.*
Circons. de Tlemcen.	Savry, contr. 4e cl., *d. n.*

Laboratoire de chimie d'Oran. — M. Poncelet, contr. 1re cl.

SERVICES SPÉCIAUX.

Surveillance des appareils à vapeur dans le département de la Seine.

MM. Lévy (Michel) (O ✻) (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe, à Paris.

Ingénieurs ordin. . . { Bochet, 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
Bellom, 2e classe, *d. n.* . . . . Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Ode (✿ A) (✣ M A), contr. 2e cl.

Bureaux des Ingénieurs ordinaires.

MM. Ode (✿ A) (✣ M A), contr. 2e cl., *d. n.* | Proux, comm. 2e cl.

Service actif :

MM.

1re *subdiv.* Chaumier (✿ I), contr. 1re cl.	4e *subdiv.* Decressain (✿ A), contr. ppal.
2e *id.* . Mühl (✿ I), id. 2e cl.	5e *id.* . Reboul, id. 1re cl.
3e *id.* . Mathieu (✿ I) (✣ M A), id. 1re cl.	6e *id.* . Denizet, id. 3e cl.

Inspection générale des carrières du département de la Seine.

MM. Wickersheimer ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Paris.
Pellé (Maxime), Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Dunkel ✻ (✿ I), contr. ppal, *d. n.*

Bureau de l'Ingénieur ordinaire.

M. Fagot, contr. ppal., *d. n.*

Service actif :

MM. Pondruel, contr. ppal, *d. n.* | Vallet, contr. 1re cl., *d. n.*
Douat, id. 4e cl., *d. n.*

Mission spéciale ayant pour objet l'étude de questions se rattachant aux modifications à introduire dans la législation des mines et à la discussion de ces modifications devant le Parlement.

M. Aguillon (O ✻), Inspecteur général de 2e classe, *d. n.*, à Paris.

Établissement thermal de Bourbonne-les-Bains.

MM. Henriot ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Nancy.

Ingénieur ordin. | Lebrun, 3e classe, *d. n.* . . . . Vesoul.

Contrôleur des Mines :

Futin, 4e cl., *d. n.* . . . . . . *Vesoul.*

Exploitation des mines communales de Rancié.

M. Séris, contr. ppal., à Sem.

Études topographiques souterraines.

MM. Lévy (Michel) (O ✱) (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, Directeur du service.

Termier ✱, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *adjoint à la Direction.*

Topographie des bassins houillers de Valenciennes (Nord) et du département du Pas-de-Calais.

MM. Zeiller ✱ (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . . . . . Paris.
Olry ✱ (✿ I), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
Soubeiran (✿ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe . . . . Lille.

Topographie des minières du Cher (Études).

M. Durand de Grossouvre ✱, Ing. en chef de 2e classe, *d. n.*, à Bourges (prov.).

Topographie des bassins houillers d'Épinac et d'Autun.

MM. Lévy (Michel) (O ✱) (✿ A), Ing. en chef de 1re cl., *d. n.* Paris.
Delafond ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . Chalon-sur-Saône.
Zeiller ✱ (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* Paris.
Renault ✱, Assistant au Muséum . . . . Paris.
Docteur Sauvage, Directeur de la station aquicole. . . Boulogne-sur-Mer.

Topographie de la Bresse et de ses gîtes de minerai de fer.

MM. Delafond ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Chalon-sur-Saône.
Depéret, Prof. de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Lyon.

Topographie du bassin permien et houiller de la Corrèze.

MM. Zeiller ✱ (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
Mouret ✱, Ingénieur en chef des P. et Ch. de 2e classe, *d. n.* Besançon.

Topographie du bassin houiller de la Basse-Loire.

M. Bureau (Édouard) ✱, Professeur au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

Carte géologique détaillée de la France.

SERVICE CENTRAL.

MM. Lévy (Michel) (O ✱) (✿ A), Ingénieur en chef de 1re cl., *d. n.*, Directeur.
Termier ✱, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, *adjoint à la Direction.*

Inspecteur général. .	Carnot (O ✱) (✿ I), 2e classe, *d. n.*	Paris.
Ingénieurs en chef.	Potier (O ✱) (✿ I) 1re classe, *d. n.*	Paris.
	Douvillé ✱, (✿ A), 1re classe, *d. n.*	Paris.
	Le Verrier ✱, 1re classe, *d. n.*	Paris.
	Bertrand (Marcel) ✱ (✿ A), 1re classe, *d. n.*	Paris.
	Durand de Grossouvre ✱, 1re classe, *d. n.* . . .	Bourges (prd).
Ingénieur ordin. . .	de Launay, 1re classe, *d. n.*	Paris.

Thomas (H.) (✿ I) (✱ M A), Contrôleur principal, chef des travaux graphiques.
Herbert (✿ I), Secrétaire de l'École nationale supérieure des mines, *régisseur*.

Collaborateurs principaux :

MM.	
Barrois ✱ (✪ I)	Professeur-adjoint de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Lille.
Bergeron	Professeur à l'École centrale, Sous-Directeur du Laboratoire de géologie à la Sorbonne.
Boule	Assistant au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.
Carez (✪ A)	Membre de la Société géologique, à Paris.
Delafond ✱	Ingénieur en chef de 1re classe, à Chalon-sur-Saône.
Depéret	Professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Lyon.
Dollfus	Ancien Président de la Société géologique de France, à Paris.
Fouqué (O ✱)	Membre de l'Institut, professeur au Collège de France.
Gosselet (O ✱) (✪ I)	Membre correspondant de l'Institut, professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Lille.
Haug	Chef des trav. prat. au laboratoire de géologie à la Sorbonne.
Kilian	Professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Grenoble.
Lecornu ✱ (✪ I)	Ingénieur en chef de 2e classe, à Paris.
Mouret ✱	Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Besançon.
Munier-Chalmas ✱	Professeur de géologie à la Sorbonne.
Œhlert ✱ (✪ A)	Bibliothécaire et conservateur du Musée de Laval.
Rolland ✱ (✪ A)	Ingénieur en chef de 2e classe, à Paris.
Vasseur (✪ A)	Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Marseille.
Vélain ✱	Chargé de cours à la Sorbonne.

Collaborateurs adjoints :

MM.			
Nivoit ✱ (✪ A)	Ingénieur en chef	de 1re classe.	Paris.
Genreau ✱	*id.*	*id.*	Clermont-Ferrand.
Lodin ✱	*id.*	*id.*	Paris.
Beaugey ✱	Ingénieur ordinaire	de 1re classe.	Paris.
Nentien	*id.*	*id.*	Bordeaux.
Janet (✪ A) (✱ M A)	*id.*	*id.*	Paris.
Pellé (Maxime)	*id.*	*id.*	Paris.
Bochet	*id.*	*id.*	Paris.
Fèvre	*id.*	*id.*	Arras.
Coste	*id.*	de 2e classe.	Saint-Étienne.
Laurent	*id.*	*id.*	Bordeaux.
Maison	*id.*	*id.*	Dijon.

Caméré (O ✱) (✪ I)	Ing. en chef des Ponts et Chaussées de 1re classe, à Paris.
Zürcher ✱	*id.* *id.* de 2e classe, à Digne.
Delebecque (✪ A)	Ing. ordinaire. *id.* *id.* à Thonon.
Bizet (✪ A)	Conducteur principal des Ponts et Chaussées, à Bellême.
Arcelin	Président de la Société des sciences de Mâcon, à Chalon-sur-Saône.
Bertrand (Léon)	Préparateur de géologie à la Sorbonne.
Bigot	Professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Caen.
Blayac	Licencié ès sciences, à Marseille.
Bourgeat (l'abbé)	Professeur de géologie à l'Institut catholique de Lille.
Bresson	Préparateur de géologie à la Faculté des sciences de Marseille.
Bureau (Edouard) ✱	Professeur au Muséum, *d. n.*, à Paris.
Bureau (Louis)	Directeur du Muséum de Nantes.
Busquet	Directeur des mines de Decize.

Collaborateurs adjoints (suite).

MM.

Caralp (🟊 I). . . . . Professeur-adjoint de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Toulouse.
Cayeux. . . . . Préparateur de géologie à l'École nat. sup. des Mines.
Collot (🟊 A). . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Dijon.
Curie. . . . . Chargé de cours à la Faculté des sciences de l'Université de Montpellier.
Dagincourt (Dr) . . . . Membre de la Société géologique, à Paris.
Dereims . . . . Préparateur de géologie à la Sorbonne.
Doumerc (Paul). . . . Ingénieur civil, à Montauban.
Doumerc (Jean) (🟊 A). Ancien élève de l'Ecole des mines, ingénieur civil, à Montauban.
Douxami. . . . . Attaché au laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Lyon.
Duparc. . . . . Professeur à l'Université de Genève.
Fabre (Georges). . . . Ancien élève de l'Ecole polytechnique, Inspecteur des Forêts, à Nîmes.
Fournier (E.) . . . . . Chargé de cours de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Besançon.
Glangeaud. . . . . . . Docteur ès sciences, au Muséum de Paris.
Hollande. . . . . Directeur de l'Ecole préparatoire à l'Enseignement supérieur, à Chambéry.
Lacroix. . . . . Professeur de minéralogie au Muséum.
de Lacvivier (🟊 A). . . Proviseur du Lycée de Montpellier.
Leenharht . . . . Professeur à la Faculté de théologie de Montauban.
Lory (Pierre). . . . . . Préparateur à la Faculté des sciences de l'Université de Grenoble.
Lugeon. . . . . Chargé de cours à l'Université de Lauzanne.
de Margerie. . . . . . Membre de la Société géologique, à Paris.
Nicklès (René). . . . . Chargé de cours à la Faculté des sciences de l'Université de Nancy.
Offrét. . . . . Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Lyon.
Renevier ✻ . . . . . . Professeur de géologie à l'Université de Lausanne (Suisse).
Répelin. . . . . Préparateur de géologie à la Faculté des sciences de Marseille.
Ritter. . . . . Docteur ès sciences, préparateur à l'Université de Genève.
Roman. . . . . Attaché au laboratoire de géologie de la Faculté des sciences de l'Université de Lyon.
Sennes . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Rennes.
Torcapel. . . . . Ingénieur civil à Avignon.
Wallerant. . . . . Maître de conférences à l'Ecole normale supérieure.
Welsch. . . . . Professeur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Poitiers.

Collaborateurs auxiliaires :

Bigouret . . . . Licencié ès sciences naturelles, à Paris.
Dupin ✻. . . . . Ingénieur en chef de 2e cl. des Ponts et Chaussées, à Aurillac.
Gautier (Paul). . . . . Directeur du Musée Lecoq, à Clermont-Ferrand.
Kerforne. . . . . Licencié ès sciences, préparateur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Rennes.
Lebesconte. . . . . . . Pharmacien à Rennes.
Letellier . . . . Conservateur du Musée d'Alençon.

Martin (David).	Directeur du Musée de Gap.
Paquier.	Licencié ès sciences, préparateur de géologie à la Faculté des sciences de l'Université de Grenoble.
Renault.	Professeur au Collège de Flers.
Révil	Pharmacien, à Chambéry.
Roussel (✿ A).	Docteur ès sciences, Professeur au Collège de Meaux.
Sayn.	Ingénieur civil des Mines, à Montvendre (Drôme).
Thévenin.	Préparateur au Muséum d'histoire naturelle, à Paris.

Cartes géologiques et cartes agronomiques départementales.

Départements.	Noms des Ingénieurs.	Grades.	Résidences.
Ardennes. . . .	Nivoit ✻ (✿ A)	Ingén. en chef. .	Paris.
Indre.	Carnot (O ✻) (✿ I)	Insp. général. . .	*id.*
Landes	N.		
Saône-et-Loire.	Delafond ✻	Ingén. en chef. .	Chalon.
Vendée	Descottes (O ✻)	Insp. gén. (retr.).	Tours.

Nivellement général de la France.

M. Lallemand ✻, Ingénieur en chef de 2e classe.

CONTROLE DES CHEMINS DE FER.

(Voir pages 143 à 236.)

SERVICES DÉTACHÉS.

MINISTÈRE DES AFFAIRES ÉTRANGÈRES.

TRAVAUX PUBLICS DU PROTECTORAT DE LA TUNISIE.

Service des Mines :

MM. Prost, Ingénieur ordinaire de 2e classe, à Tunis, *Chef du service.*
Gauthier, contr. de 3e cl., à Tunis, *Adjoint à l'Ingénieur.*

MINISTÈRE DES COLONIES.

Nouvelle-Calédonie.

M. Magalon, contrôleur de 4e cl.

M. Rossi, contrôleur de 2e cl.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS.

M. Le Verrier ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*

DIRECTION DE L'OFFICE DU TRAVAIL.

M. Fontaine ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *Sous-Directeur.*

MINISTÈRE DE LA GUERRE.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

MM. Moutard (O ✻) (✪ I), Inspecteur général de 1re classe. . . . *Examinateur.*
Cornu (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe. . . . . *Professeur.*
Potier (O ✻) (✪ I), *id.* . . . . *Idem.*
Jordan (O ✻), *id.* . . . . *Idem.*
Le Chatelier (Henry) ✻ (✪ A), *id.* . . . . *Répétiteur.*
Lecornu ✻ (✪ I), Ingénieur en chef de 2e classe . . . . *Idem.*
Poincaré (O ✻), *id.* . . . . *Idem.*
Humbert (Georges), Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.* . . *Professeur.*

MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE, DES BEAUX-ARTS ET DES CULTES.

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS.

M. Poincaré (O ✻), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.* . . *Professeur.*

BUREAU DES LONGITUDES.

M. Lallemand ✻, Ingénieur en chef de 2e classe,

Directeur du service du nivellement général de la France,

Membre en service extraordinaire.

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

(Voir pages 135 et suivantes.)

INGÉNIEURS, CONTROLEURS ET COMMIS EN CONGÉ, EN DISPONIBILITÉ OU EN CONGÉ RENOUVELABLE.

INGÉNIEURS, CONTRÔLEURS ET COMMIS EN CONGÉ OU EN DISPONIBILITÉ.

Ingénieurs en chef :

MM. Chosson ✻, 2e classe. | Grand ✻ (✿ A), 2e classe.

Contrôleurs :

MM. Lesprit,	1re cl.	Guillier,	3e cl.
Mazagot (✿ A),	1re cl.	Revellin (✿ A),	4e cl.
Auvergne,	2e cl.		

Commis :

MM. Domageau,	3e cl.	Destrampe,	4e cl.

INGÉNIEURS ET CONTROLEURS ATTACHÉS AU SERVICE DE COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER ET DE DIVERSES SOCIÉTÉS EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER (1).

CHEMINS DE FER DE L'OUEST.

Ingénieurs en chef :

MM. *Clérault (O ✻), 1re classe. | *Sauvage ✻, 2e classe.

CHEMINS DE FER DE L'EST.

M. *Brisse, Ingénieur ordinaire de 2e classe.

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS ET PROLONGEMENTS.

M. *Heurteau (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe.

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON ET A LA MÉDITERRANÉE.

Ingénieurs en chef :

MM. *Amiot ✻, 2e classe. | *Carcanagues, 2e classe.

Ingénieur ordinaire :

*Luuyt, 2e classe.

CHEMINS DE FER DU MIDI.

M. *Laurent, Ingénieur ordinaire de 2e classe.

NOTA. Pour chacune de ces listes, les fonctionnaires sont placés par grades et par classes en suivant l'ordre alphabétique.

(1) *Les noms précédés d'un astérisque sont ceux des fonctionnaires qui ont obtenu un congé renouvelable.*

COMPAGNIE DES FORGES DE CHATILLON ET COMMENTRY.

M. *Lévy (Léon) (O ✱), Ingénieur en chef de 2e classe.

COMPAGNIES DES MINES DE BRUAY ET DE L'ESCARPELLE.

M. *Soubeiran (✪ A), Ingénieur ordinaire de 1re classe.

COMPAGNIE DES MINES DE LA GRAND'COMBE.

M. *de Curières de Castelnau ✱, Ingénieur en chef de 1re classe.

COMPAGNIE DES MINES DE ROCHE-LA-MOLIÈRE ET FIRMINY.

M. *Voisin (Honoré), Ingénieur en chef de 2e classe.

SOCIÉTÉ DES MINES DE FER DE KRIVOÏ-ROG (RUSSIE).

M. *Coince ✱, Ingénieur en chef de 1re classe.

SOCIÉTÉ MINIÈRE ET MÉTALLURGIQUE DE PEÑARROYA (ESPAGNE).

M. *Ledoux ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*

SOCIÉTÉ NOUVELLE DE KÉBAO.

M. *Boutan (Edmond) ✱, Ingénieur ordinaire de 1re classe.

SOCIÉTÉ D'ÉTUDES POUR LA CONSTRUCTION D'UNE VOIE FERRÉE DE BISKRA A OUARGLA ET PROLONGEMENTS.

M. *Rolland ✱ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe.

USINES MÉTALLURGIQUES DE MORVILLARS.

M. *Maître, Ingénieur ordinaire de 2e classe.

COMPAGNIES ET SOCIÉTÉS DIVERSES, ETC.

Ingénieurs ordinaires :

M. *de Billy, 2e classe. | *Bernard (Maurice), 3e classe.

Contrôleurs :

MM. *Maillon,	1re cl.	*Mercier,	3e cl.
*Poteau,	1re cl.	*Perrève,	3e cl.
*Savreux,	1re cl.	*Sarran ✱,	3e cl.
*Granddidier,	3e cl.		

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DES MINES.

Boulevard Saint-Michel, nos 60 et 62.

DIRECTION ET ADMINISTRATION.

MM.

Haton de la Goupillière (C ✻) (✪ I), Inspect. général de 1re classe, Directeur.
Carnot (O ✻) (✪ I), Inspecteur général de 2e classe, Inspecteur.

Enseignement spécial.

Ledoux ✻, Ingénieur en chef de 1re classe . .	Professeur.	Exploitat. des mines.
Lodin ✻, Ingénieur en chef de 1re classe. . .	*idem.*	Métallurgie.
Carnot (O ✻) (✪ I), Inspecteur général de 2e classe, *d. n.*	*idem.*	Analyse minérale.
Le Chatelier (Henry) ✻ (✪ A), Ing. en ch. de 1re cl.	*idem.*	Chimie industrielle minérale.
Termier ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe.	*idem.*	Minéralogie.
Douvillé ✻ (✪ A), Ing. en chef de 1re classe.	*idem.*	Paléontologie.
Bertrand (Marcel) ✻ (✪ A), Ingén. en chef de 1re classe.	*idem.*	Géologie générale.
de Launay, Ingén. ordinaire de 1re classe. . .	*idem.*	Géologie appliquée.
Sauvage ✻, Ingén. en chef de 2e classe. . .	*idem.*	Machines.
Vicaire (Eugène) ✻, Insp. général de 2e cl.	*idem.*	Chemins de fer.
Humbert (Georges), Ingénieur ordinaire de 1re classe	*idem.*	Construction.
Potier (O ✻) (✪ I), Ingén. en chef de 1re cl.	*idem.*	Électricité industrielle.
Aguillon (O ✻), Inspect. gén. de 2e classe. .	*idem.*	Législation.
Cheysson (O ✻) (✪ I), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées	*idem.*	Économie industrielle.
Zeiller ✻ (✪ A), Ing. en chef de 1re cl., chargé de leçons de		Paléontologie végétale.
Termier ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe, *d. n.*, chargé de leçons de.		Pétrographie.
Sauvage ✻, Ingén. en chef, *d. n.*, chargé de leçons de		Construction des machines.
Pelletan ✻, Ing. en chef de 2e cl., *d. n.*, chargé de leçons de		Topographie.
Lenoir (✪ A), Chef des.		Travaux graphiques.
Bossert ✻ (✪ I).		Langue allemande.
Morel (✪ I)		Langue anglaise.

Laboratoire.

MM.

Le Professeur d'analyse minérale.	Directeur.
Le Chatelier (Henry) ✻ (✪ A), Ing. en ch. de 1re cl., *d. n.*	Adjoint.
Damour.	Chef des travaux chimiques.
Chantepie	Aide-préparateur.

Cours préparatoires.

MM.		
Moutard (O ✻) (✪ I), Inspect. gén. de 1re classe.	Professeur.	Mécanique.
Pelletan ✻, Ing. en chef de 2e cl., *d. n.*	*idem.*	Analyse et Géométrie descriptive.
Le Verrier ✻, Ing. en chef de 1re cl.	*idem.*	Physique.
Chesneau ✻, Ing. en chef de 2e cl.	*idem.*	Chimie générale.

Musée des Mines.

MM.

L'Inspecteur de l'École, Conservateur des collections.

Friedel (O ✻) (✪ I), Conservateur-adjoint de la collection de minéralogie.

Le Professeur de paléontologie, Conservateur-adjoint de la collection de paléontologie.

Le Professeur de géologie générale, Conservateur-adjoint de la collection de géologie.

Le Professeur de géologie appliquée, Conservateur-adjoint de la collection de gîtes minéraux et de la collection de géologie départementale.

Zeiller ✻ (✪ A), Ingénieur en chef, *d. n.*, attaché au service de la collection de paléontologie végétale.

Richard ✻, Préparateur à la collection de minéralogie.

Cayeux, Préparateur à la collection de géologie, *d. n.*

Durassier, Préparateur aux collections des gîtes minéraux et de métallurgie.

Laville, Aide-Préparateur à la collection de paléontologie.

Terrier, Aide-Préparateur de minéralogie.

Bureau d'essai pour les substances minérales.

MM.

Carnot (O ✻) (✪ I), Inspecteur général, *d. n.*, Directeur.

Le Chatelier (Henry) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef, *d. n.*, Adjoint.

Rioult, Chimiste.

Goutal, Chimiste.

Service de santé.

M. le Docteur Passant ✻ (✪ A), *d. n.*

Police intérieure.

M. de Villars (O ✻), Chef de bataillon du génie, retraité, Officier surveillant.

Secrétariat. — Bibliothèque.

MM.

Herbert (✪ I), Secrétaire-régisseur.

Raynaud (✪ A), Secrétaire-adjoint.

Lambelin ✻, Bibliothécaire.

Beaucantin (✪ A), Expéditionnaire.

Thomas, *idem.*

CONSEIL DE L'ÉCOLE.

Le Conseil est présidé par le Ministre.

Membres du Conseil :

MM. le Directeur de l'École, *Vice-Président.*
l'Inspecteur de l'École.
Linder (C ✱) (🟊 I), Inspecteur général de 1re classe.
Orsel (O ✱), *idem.*
Lorieux (Edmond) (O ✱), *idem.*
les Professeurs de l'enseignement spécial.

L'Inspecteur de l'École remplit les fonctions de *Secrétaire.*

ÉLÈVES INGÉNIEURS DES MINES.

PREMIÈRE CLASSE.	DEUXIÈME CLASSE.	TROISIÈME CLASSE.	
		Promotion de 1895.	*Promotion de 1896.*
1 Bès de Berc.	1 Glasser.	1 Bachellery.	1 de Nanteuil de la Norville.
2 Pourcel.	2 Solente.	2 de Ruffi de Pontevèz Gévaudan.	2 Dutilleul.
3 Bellanger.	3 Anglès-Dauriac.	3 Étienne (René).	3 Pelnard.
4 Dussert.	4 Potiron de Boisfleury.		
5 Jordan.	5 Leprince-Ringuet.		

ÉLÈVES EXTERNES.

TROISIÈME ANNÉE.

1 Faure (Félix).	7 Brière.	13 Grandel.	19 Marc.
2 de Loisy.	8 Coupeau.	14 Mayaud.	20 de Cacqueray.
3 Joessel.	9 Leharle.	15 de Longeaux.	21 Pellissier-Tanon.
4 Pélabon.	10 Rottenfus.	16 Puech.	22 Viguié.
5 Delorthe.	11 Westercamp.	17 Ollivier.	23 Frois.
6 Despaigne.	12 Frochot.	18 Girollet.	

DEUXIÈME ANNÉE.

Philippard.	9 Brosselin.	18 Roux.	26 Walcker.
2 Marquet.	10 Mathivet.	19 Charpentier.	27 Jacquot.
3 Lenclud.	11 Bruniquel.	20 Hallé.	28 Manhès.
4 Faucillon.	12 Le Bret.	21 Delage.	29 Cahen.
5 Herwegh.	13 Guionnet.	22 Boulinier.	30 Capelle.
6 Dubernard.	14 *Schéfer.	23 de Lacroix de Lavalette.	31 Laporte.
7 Ledoux.	15 Denis.	24 Lussaud.	
8 Tarbé de Saint-Hardouin.	16 Rabault.	25 Teissier.	
	17 Daillier.		

PREMIÈRE ANNÉE.

1 *Guillemot.	11 Revelière.	21 Hedde.	31 Fauvage.
2 Widmer.	12 des Fossez.	22 *Germain.	32 Langlois.
3 Iweins.	13 Husson.	23 Dumont.	33 Henriot.
4 Morel d'Arleux.	14 Renard.	24 Morillon.	34 *Dinoire.
5 Strap.	15 Pavie.	25 Mercier.	35 Rau.
6 Lamarque.	16 Constant.	26 Charbonniez.	36 Lambert.
7 Lacave.	17 de Wendel.	27 Bertrand.	37 Pailly.
8 Raybaud.	18 Molas.	28 Rosset.	38 Bassal.
9 Reumaux.	19 Chevauché.	29 Fischbacher.	
10 *Dubois.	20 Garas.	30 de Larouverade.	

NOTA. — *L'astérisque indique les élèves qui sont en congé pour service militaire.*

ÉLÈVES ÉTRANGERS DE TROISIÈME ANNÉE.

1 Vilter.	4 Rahmân.	7 Theophilactos.	10 Davila.
2 Ghika.	5 Fourous.	8 Rodriguez	
3 Vogelsang.	6 Hanoutz.	9 Oppenheim.	

ÉLÈVES ÉTRANGERS DE DEUXIÈME ANNÉE.

1 Counas (Agamemnon).	5 Scolnik.	9 Catsigeras.	13 Pittet.
2 Tsapalos.	6 Carvonidès.	10 Carathéodory.	
3 Golesco.	7 Roussakis.	11 Roupas.	
4 Sépulchre (J.).	8 Axiotakis.	12 Pestemalzoglous.	

ÉLÈVES ÉTRANGERS DE PREMIÈRE ANNÉE.

1 Widhopff.	3 Lupu.	5 Krassnoff.	7 Pavelesco.
2 Boukspoun.	4 Antoniadès.	6 Saratzeano.	8 Roy.

Cours préparatoires.

ÉLÈVES TITULAIRES FRANÇAIS.

1 Leichnam.	14 *Sudre.	27 Brun	40 Fravalo.
2 Guillain.	15 *Harle (Jean).	28 Lemoine.	41 Lavauden.
3 *Franjoux.	16 George.	29 Garnier.	42 Schérer.
4 Capdeville.	17 *Harlé (Henri).	30 *Coblentz.	43 Fargeon.
5 *de la Condamine.	18 Magne.	31 Combe.	44 Raygondeau.
6 *Tourneil.	19 Rodocanaki.	32 Fouques-Duparc.	45 Taillard
7 *Jacquelin.	20 *Renaux.	33 Papin-Beaufond.	46 Van de Walle.
8 Lallement.	21 Amelin.	34 Vatin.	47 Hurault de Vibraye.
9 Ste-Claire-Deville.	22 Marsaut.	35 Desprez de Gésincourt.	48 Bellan.
10 *Saget.	23 Dombre.	36 Piette.	49 Gay-Lussac.
11 *Pelvey.	24 Pornin.	37 Sever.	50 Frouslin.
12 *Hervouet.	25 Jordan (Robert).	38 *Catrice.	51 du Passage.
13 *Dérué.	26 Jenner.	39 *Cuau.	

ÉLÈVES TITULAIRES ÉTRANGERS.

1 Sépulchre (Gab.).	4 Frossard de Saugy.	7 Alfassa.	10 Izchakin.
2 Gérassi.	5 Poënaru.	8 Nasrollah-Khan.	
3 Desposito.	6 Jaroslawitch.	9 Negulici.	

ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

Administration :

MM. Tauzin ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Saint-Étienne, Directeur.
Lebreton, Ingénieur ordinaire de 1re classe, Directeur-adjoint.

Enseignement :

MM.		
Lebreton, Ing. ord. de 1re cl., *d. n.*	Professeur.	Exploitation des mines et préparation mécanique. Législation des mines et économie industrielle. Métallurgie des métaux autres que le fer.
Babu, Ingén. ordin. de 2e classe. . . .	*id.*	Analyse minérale. Métallurgie du fer.
Rateau, Ingén. ordin. de 2e classe.	*id.*	Mécanique appliquée, y compris leçons sur les mécanismes. Electricité.

NOTA. — *L'astérisque indique les élèves qui sont en congé pour service militaire.*

MM.

Friedel, Ingén. ordin. de 2ᵉ classe.	Professeur.	Géologie. Minéralogie. Physique (chaleur, acoustique et optique).
Liénard, Ingén. ordin. de 3ᵉ classe.	*id.*	Analyse mathématique. Mécanique rationnelle. Constructions. Chemins de fer.
Grand'Eury ✻.	*id.*	Géométrie descriptive. Stéréotomie. Lever de plans. Paléontologie végétale. Comptabilité.

Surveillance, Secrétariat, Service de santé.

MM.

Vacheron ✻, Surveillant des études.
Delteil ✻, *id.*
Rodamel, Bibliothécaire-Expéditionnaire.
Dujol, Docteur-Médecin.

Laboratoire d'essais.

Ville. . . . . Préparateur de chimie.

Conseil de l'École.

Le Conseil de l'École est composé du Directeur et des Professeurs.

Conseil de perfectionnement de l'École.

MM.

L'Inspecteur général des Mines de la division du Centre, *Président.*
Le Préfet du département de la Loire.
Le Président du conseil général du département de la Loire.
Le Maire de la ville de Saint-Étienne.
Le Directeur de l'École, Ingénieur en chef de l'arrondᵗ minéralogique de Saint-Étienne.
Les Professeurs de l'École.
Les Ingénieurs ordinaires des sous-arrondᵗˢ minéralogiques de Saint-Étienne et de Lyon.
Devillaine ✻, ancien Directeur des houillères de Montrambert et de la Béraudière, Président de la Société amicale des anciens élèves de l'École.
Lévy (Joseph) ✻, Ingénieur civil, Administrateur de mines, à Paris.
Fayol ✻, Directeur général de la Société des forges de Commentry-Fourchambault.
Marsaut ✻, Ingénieur-Directeur des mines de Bessèges.
Villiers, Directeur de la Société des houillères de Saint-Étienne.
François, Directeur général de la Compagnie des mines d'Anzin.
Montgolfier (O ✻), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées en retraite, Directeur des forges et aciéries de la marine et des chemins de fer.
Cholat ✻, Administrateur délégué des aciéries de Saint-Etienne.

ÉLÈVES DE LA 1ʳᵉ DIVISION (3ᵐᵉ ANNÉE).

1 Lavigne.	9 Delage.	17 Batelade.	25 Piélin.
2 Pommier.	10 Salomon.	18 Bouvier.	26 Laforce.
3 Coing.	11 Bousquet.	19 Guillaud.	27 *Ordrenneau.
4 Pigeot.	12 Gamzon.	20 Lebon.	28 Fournand.
5 Mayençon.	13 *Granger.	21 Langlade.	29 Meunier.
6 *Clapier.	14 *Moussa.	22 *Gorce.	30 Guiraud.
7 Fraysse.	15 Thomas.	23 Camus.	31 Verny.
8 Chaillet.	16 Grangier.	24 Maurice.	32 de Marillac.

NOTA. — *L'astérique indique les élèves qui sont en congé pour service militaire ou pour raison de santé.*

ÉLÈVES DE LA 2me DIVISION (2me ANNÉE).

1 Dessemond.
2 Chabrol.
3 Charbonnier.
4 Baron.
5 Merllié.
6 Pagliano.
7 Peyre.
8 Beausoleil.
9 Badard.
10 Arnal.
11 Cabal.
12 Blache.
13 *Hyve.
14 Lapautre.
15 Idoux.
16 Lachaise.
17 Vigery.
18 Ferey.
19 Levêque.
20 *Brocard.
21 *Drillon.
21 *bis* *Seyve.
23 Chomard.
24 de Silans.
25 Mignot.
26 Masbou.
27 Mauduit.
28 Berthelot.
29 Marty.
30 Jalabert.
31 Chossidon.
32 Biron.
33 *Lecamus.
34 Berthier.

ÉLÈVE ÉTRANGER.

Cipriotti.

ÉLÈVES DE LA 3me DIVISION (1re ANNÉE).

1 Garand (Louis).
2 Maulet.
3 Sabot.
4 Guilleminot.
5 Kimmerlé.
5 *bis* Goujon.
7 Verrier.
8 Thomas.
9 Gonthier.
10 Ipoustéguy.
11 Verney.
12 *Chiffert.
13 Ollagnier.
14 Jaboulay.
15 *Blanchard.
16 Merlange.
17 Corriol.
18 Viannay.
19 Béchard.
20 Langlois.
21 Deschanel.
22 Olive.
23 Lonjarret.
24 Berrod.
25 Lacroze.
26 Broussier.
27 Papillier.
28 Tissier.
29 Valansot.
30 Leroyer.
31 Garand (M.).
32 Aulagne.
33 Giraudeau.
34 *Martel.
34 *bis* *Bunoz.
36 *Péghaire.
37 *Saget.
37 *bis* *Saurel.

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS MINEURS D'ALAIS.

MM.

Boutiron ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, à Alais. Directeur.
Cossange, Contrôleur des mines de 3e classe. . Professeur.
Badin, Contrôleur de 4e classe. . . . . *idem.*
Magalon, Maître-Surveillant . . . . Répétiteur des trav. graphiques.
Bourdevat (✪ A). . . . . Économe.

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS MINEURS DE DOUAI.

Administration :

M. Kuss (Henry) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe, Directeur.

Enseignement :

MM.

Maris, Contrôleur des Mines de 1re classe. Professeur. — Arithmétique, géométrie, géométrie descriptive, trigonométrie, mécanique, levé de plans, dessin.

Cambessédès, Contrôleur des Mines de 1re cl. Professeur. — Physique, chimie, minéralogie, géologie, exploitation des mines.

Waterlot, Contrôleur des Mines de 4e classe, chargé du cours de . . . . Langue française.

Waterlot, Contrôleur des Mines, *d. n.*, Économe.
Massa ✻, Maître-Surveillant.

NOTA. — *L'astérisque indique les élèves qui sont en congé pour service militaire.*

CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

DIRECTION. — CONSEIL DU RÉSEAU. — ADMINISTRATION CENTRALE.
42, rue de Châteaudun, à Paris.

M. METZGER (O ✻) (✪ A), *Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées,*
DIRECTEUR.

CONSEIL DU RÉSEAU.

MM. Le Directeur des chemins de fer de l'État, *Président.*
Dubois de l'Estang ✻, Inspecteur des Finances, *Vice-Président.*

Membres :
- Camille Lyon (O ✻), Conseiller d'État, *d. n.*
- Pérouse ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*
- Wickersheimer ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Mines.
- Aubert de Trégomain ✻ (✪ I), Sous-Directeur au Ministère des Finances.
- Bouquet (O ✻) (✪ A), Directeur du Personnel et de l'Enseignement technique au Ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes.
- Tisserand (GO ✻) (O ✲ MA), Directeur honoraire au Ministère de l'Agriculture, membre de la Soc. nat. d'Agriculture.
- Gottschalk (O ✻), Ingénieur civil, *d. n.*
- d'Orbigny (✪ A), Président de la Chambre de commerce de La Rochelle.
- Sazerac, Membre de la Chambre de commerce d'Angoulême.

COMITÉ DE LA CAISSE DES RETRAITES DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

MM. Le Directeur des chemins de fer de l'État, *Président.*
Camille Lyon (O ✻), Conseiller d'État, Membre du Conseil du réseau, *d. n.*, délégué du Comité pour assurer l'exécution de ses décisions.
Aubert de Trégomain ✻ (✪ I), Sous-Directeur au Ministère des Finances, Membre du Conseil du réseau, *d. n.*
Level ✻, Chef du Contentieux.
Monin, Sous-Chef de dépôt, à Paris-Montparnasse.

COMMISSION ADMINISTRATIVE DE L'ÉCONOMAT DES VIVRES DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

MM.

Fayssat, Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, *Président.*

Beaugey ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe des Mines, Chef de l'Exploitation.

Fouan ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments.

Desdouits ✻, Ingénieur des constructions navales, Ingénieur en chef du matériel et de la traction.

Pieyre ✻, Inspecteur des finances, Chef de la comptabilité générale.

Lejeune, Commis au Secrétariat (Direction).

Boucher, Chef de train au service de l'exploitation.

Guimier, Commis au service central de la voie.

Caillé, Visiteur chef au service du matériel et de la traction.

Huguet ✻ (✿ A), Ingénieur en chef attaché à la Direction, Chef du service de l'Économat.

Vouriot, Chef de bureau au service des approvisionnements généraux, *Secrétaire de la Commission.*

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ DE SECOURS MUTUELS ET DE PRÉVOYANCE DES OUVRIERS ET EMPLOYÉS NON COMMISSIONNÉS DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT.

MM.

Le Directeur des Chemins de fer de l'État.	*Président.*
Tisserand (G O ✻) (O ✿ M A), Directeur honoraire au Ministère de l'Agriculture, membre de la Société nationale d'Agriculture, membre du Conseil du réseau, *d. n.*. . . . . Bouquet (O ✻) (✿ A), Directeur du Personnel et de l'Enseignement technique au ministère du Commerce, de l'Industrie, des Postes et des Télégraphes, membre du Conseil du réseau, *d. n.*	*Vice-Présidents.*
Polack (Adrien) ✻, Secrétaire de la Direction.	*Secrétaire* (1).
Radoult ✻, Sous-Directeur au Ministère des Finances, Caissier général	*Trésorier.*
Duportal (O ✻) (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, ancien Sous-Directeur chef de l'Exploitation des chemins de fer de l'État. . . . . Fouan ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments, *d. n.*	*Membres honoraires.*
Ardange, Peintre aux ateliers de Tours. . . . . Barboteaux, Tourneur aux ateliers de Saintes . . . . Durand, Sellier aux ateliers de Saintes. . . . . Hurteau, Monteur aux ateliers d'Orléans . . . . Lehmann, Tapissier aux ateliers d'Orléans. . . . . Martin, Lampiste à Nantes. . . . . Germain, Tourneur aux ateliers de Tours.	*Commissaires élus par l'Assemblée générale des membres de la Société.*

(1) *Le Secrétaire est délégué pour assurer, sous l'autorité du Président, l'exécution des décisions du Conseil de la Société.*

COMMISSION SPÉCIALE DE VÉRIFICATION DES COMPTES.

(Caisse des retraites. — Economat des vivres. — Société de secours mutuels et de prévoyance des ouvriers et employés non commissionnés.)

MM. Tardit ✻, Maître des requêtes au Conseil d'État.
Clauzel ✻, Conseiller référendaire a la Cour des comptes.
Delamotte, Inspecteur des finances, *d. n.*

FONCTIONNAIRES HONORAIRES.

MM. Colin (Edmond) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, Ingénieur en chef honoraire.
Faye ✻, Inspecteur principal honoraire.
Détré (✪ A), *idem.*

DIRECTION (ADMINISTRATION CENTRALE).

M. Meunier (Gaston) ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, Ingénieur en chef adjoint au Directeur.

PERSONNEL.

MM. Barcoud ✻ (✪ A) (✻ M A), Maître des Requêtes au Conseil d'État, chargé temporairement des fonctions de Chef du Personnel des chemins de fer de l'État.
Henrion (✪ A), Chef de bureau, f. f. de Chef de division.
Genaille, Inspecteur, chargé du service intérieur.

SECRÉTARIAT DE LA DIRECTION.

MM. Polack (Adrien) ✻, Secrétaire de la Direction, *d. n.*

Ganard, Secrétaire-adjoint. | de Monistrol, Secrétaire-adjoint.

APPROVISIONNEMENTS GÉNÉRAUX ET CONTRÔLE AUX USINES.

MM. Huguet (Auguste) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef attaché à la Direction, chargé du service des Approvisionnements généraux et du Contrôle aux usines.
Parriche, Sous-Chef du service des Approvisionnements généraux.
Boyer, Sous-Chef du service du Contrôle aux usines.

MM. Simon, Chef de bureau. | Vouriot, Chef de bureau, *d. n.*

Inspecteurs des Magasins :

MM. Fantoulier. . . .	*Paris.*	Maréchal.	*Paris*
Cros.	*id.*	Saunier de Longchamps,	
Marcellin	*id.*	Sous-Inspecteur.	*id.*

Gardes-Magasins Agents-comptables principaux :

MM. Jolivet	*Saintes.*	Magné.	*Saintes.*
Terrès.	*Orléans.*	Lavier.	*Tours.*

CAISSE GÉNÉRALE.

MM. Radoult ✻, Sous-Directeur au Ministère des Finances, *d. n.*, Caissier général.
Devismes, Sous-Chef du service de la Caisse générale.
Maire, Chef de bureau.

COMPTABILITÉ GÉNÉRALE.

MM. Pietre ✻, Inspecteur des Finances, Chef de la Comptabilité générale, *d. n.*
Picot, Inspecteur des Finances, attaché à la Comptabilité générale.
Dortès, Chef de bureau.
Molinier, *id.*
Schiffmacher, Chef de bureau.

CONTENTIEUX.

MM. Level ✻, Chef du Contentieux, *d. n.*
de Lavit, Sous-Chef du Contentieux.
d'Hailly, Chef de bureau.
Guillot, id.
Moreau, Chef de bureau.

CAISSE DES RETRAITES.

M. Leydet, Chef de bureau.

SERVICE MÉDICAL.

M. le Docteur Redard ✻ (I A), Médecin en chef.

EXPLOITATION.

136, boulevard Raspail, à Paris.

MM. Beaugey ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe des Mines, *d. n.*, Chef de l'Exploitation.
Fumey, Ingén. ordin. de 1re classe des Mines, Sous-Chef de l'Exploitation.
Goupil de la Piquelière ✻, Inspecteur général des services du trafic.
Focqué, Ingén. ordin. de 2e classe des Mines, Ingénieur attaché aux services du trafic.

SERVICES CENTRAUX.

I. SECRÉTARIAT, PERSONNEL ET COMPTABILITÉ.

MM. Bienner, Conducteur principal des Ponts et Chaussées, Chef du Secrétariat, du Personnel et de la Comptabilité.
Armbruster, Cond. ppal (P. et Ch.), Chef de bureau.
Folly (I A), Chef de bureau.
Frollon, Chef de bureau.
Lapasque (I A), Chef de bureau.

II. MOUVEMENT.

MM. Moisson ✻, Chef du Mouvement.
Picat, Chef de bureau.
de Rangot, Inspecteur de la répartition du matériel roulant.
Carnat, Inspecteur-adjoint id.

III. ÉTUDES TECHNIQUES.

MM. Coupan, Inspecteur principal chargé des études techniques.
Communal ✻, Inspecteur de l'habillement.

IV. SERVICE COMMERCIAL.

MM. Delorme, Inspecteur principal attaché au service commercial.
Plumard, Chef de bureau.
Sahuqué, id.
Taris, Comm. de surv. adm. des ch. de fer, agent commercial.
Vintousky, contr.-comptable attaché aux services du trafic.

V. CONTROLE DES RECETTES ET STATISTIQUE COMMERCIALE.

MM. **Guillemot**, Chef du contrôle et de la statistique commerciale.
Boutillier de Holdenstadt, Inspecteur de comptabilité attaché au service central.
Dufour (Albert), Chef de bureau (Contrôle des recettes).
Soulier, Chef de bureau (Statistique commerciale).

Inspecteurs de comptabilité.

MM.

Touffreau	*Paris.*	Péan	*Paris.*
Mérilhon	*id.*	Gas	*id.*
Charrier (Maurice)	*id.*		

INSPECTIONS PRINCIPALES.

1er Arrondissement. (Tours.)

MM. **Legrain (Émile)** ✻, Inspecteur principal . . . . *Tours.*
Landré, Inspecteur adjoint à l'Inspecteur principal . . . . . *id.*
Billet, Chef de bureau . . . . . *id.*

Lévi-Alvarès,	Inspecteur	*Paris.*	Delacou,	Sous-inspecteur	*Bessé.*
Dronsart,	id.	*Tours.*	Guérin,	id.	*Loudun.*
Tator,	id.	*Thouars.*	Chabrol,	id.	*Saumur.*
de Domas,	id.	*Chinon.*	Marchand,	id.	*Châteaudun.*
Wagon,	id.	*Chartres.*			

MM. Royres, Sous-inspecteur, *f. f. d'Inspecteur commercial* . . . . *Tours.*
Chaussepied, Sous-inspecteur commercial . . . . . *id.*

2e Arrondissement. (Saintes.)

MM. **Charrier (Émile)**, Inspecteur principal . . . . . *Saintes.*
Frotier de la Messelière, Inspecteur adjoint à l'Inspecteur principal . . . . . *id.*
Duplissy, Sous-chef, *f. f. de Chef de bureau* . . . . . *id.*

Frénal,	Inspecteur	*Niort.*	Arpin,	Inspecteur	*Cognac.*
Causel,	id.	*id.*	Debray,	Sous-Inspect.	*Royan.*
Diolot,	id	*Bordeaux.*	Deysson,	id.	*Bordeaux.*
Boin,	id.	*Saintes.*	Loustau,	id.	*La Rochelle.*
Monchecourt,	id.	*Rochefort.*			

MM. Legalland, Inspecteur commercial . . . . . . *Saintes.*
Leclerc, id. *id.*

3e Arrondissement. (Nantes.)

MM. **Planté**, Inspecteur principal . . . . . *Nantes.*
Menand, Inspecteur adjoint à l'Inspecteur principal . . . . . *id.*
Gala, Sous-chef de bureau . . . . . *id.*

Dubois,	Inspecteur	*Poitiers.*	Polack (Henri),	Inspecteur.	*Nantes.*
Fradin,	id.	*La Rochelle.*	Bousquet,	Sous-Inspecteur.	*Cholet.*
Fleurimon,	id.	*La Roche-sur-Yon*	Clerbout,	id.	*La Roche-sur-Yon.*
Lefèvre,	id.	*Niort.*	Lomont,	id.	*Bressuire.*
Tétaud,	id.	*Angers.*	Moulun,	id.	*Niort.*

M. Girard, Inspecteur commercial . . . . *Nantes.*

MATÉRIEL ET TRACTION.

136, Boulevard Raspail, à Paris.

SERVICE CENTRAL.

MM. DESDOUITS ✻, Ingénieur des constructions navales, *d. n.*, Ingénieur en chef du matériel et de la traction.
Péneaud, Ingénieur du service central.
Boëll (Camille), Ingénieur ordinaire de 1re classe des Mines, Ingénieur attaché au service central.
Adam, Ingénieur ordinaire de 3e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, Ingénieur attaché au service central.

Francoz, Chef de bureau.
Brun, id.
Maraval, id.

Desjardins (✿ A), Chef de bureau.
Bourgès, id.

Astaix, Inspecteur de traction.

SERVICE DES ARRONDISSEMENTS.

1er Arrondissement. (Tours.)

MM. Trigaux, Ingénieur du matériel et de la traction . . . . *Tours.*
Boutin, Ingénieur adjoint à l'Ingénieur du matériel et de la traction. *Orléans.*
Dol, Inspecteur de traction. . . . . *Tours.*

Carré, Chef de bureau . . . . *Tours.*
Orsolani, Chef de bureau. . . . . *Tours.*

Legrain (François), Chef de traction. *Tours.*
G'Sell, Chef de dépôt. . . . *Thouars.*
Dupui, id. . . . . *Les Sables-d'Olonne.*
Souvaux, id. . . . . . . *Tours.*
Dufour (Paul), id. . . . . . . *Bressuire.*
Thomas, id. . . . . . . *Château-du-Loir.*

Bertrand, Chef de dépôt. . . . . . . *Orléans.*
Paquin, id. . . . . *Chartres.*
Latour, Chef d'atelier (voitures et wagons). . *Orléans.*
Hatier, id. (voitures). . *Tours.*
Pierre, id. (machines). *Orléans.*
Tap, id. id. *Tours.*
Rousseau, Chef du petit entretien. . *id.*

2e Arrondissement. (Saintes.)

MM. Pédezert ✻, Ingénieur du matériel et de la traction. . . . . *Saintes.*
Galezowski, Ingénieur, Adjoint à l'Ingénieur du matériel et de la traction. *id.*
Thoré, Inspecteur de traction . . . . *id.*

Lévêque, Chef de bureau. . . . . . *Saintes.*
Durand, Chef de bureau. . . . . . *Saintes.*

Angibeau, Chef de traction. . . *Saintes.*
Missant, Chef de dépôt. . . . . *id.*
Abel, id. . . . . . *Nantes.*
Ferrand, id. . . . . . *Aigrefeuille.*

Gourdon, Chef de dépôt. . . . . . . *Niort.*
Faure, Chef d'atelier (voit. et wag.). *Saintes.*
Perrot, id. (machines). . . *id.*
Kesler, Chef du petit entretien . . . *id.*

VOIE ET BATIMENTS.

136, boulevard Raspail, à Paris.

SERVICE CENTRAL.

MM. Fouan ✻, Ingénieur ordinaire de 1re classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, Ingénieur en chef de la voie et des bâtiments.
Le Grain (Toussaint) ✻, Ingénieur ordinaire de 2e classe des Ponts et Chaussées, Ingénieur adjoint à l'Ingénieur en chef.
Arnoult, Chef de division.
Grégoire, Conducteur principal des Ponts et Chaussées, Chef de Division.

Poujol, Conducteur de 1re classe des P. et Ch., Chef de bureau.
Bourdelas, ✠, Chef de bureau.
Roche, id.
Boëll (François), id.
Daniel, Chef de bureau.
Bienaimé, id.
Meyer, id.
Collignon, id.

MATÉRIEL FIXE. — PONTS MÉTALLIQUES.

MM. Nougaret, Inspecteur du matériel fixe. . . . . *Paris.*
Martin, Inspecteur des ponts métalliques. . . . . *id.*

SERVICE ÉLECTRIQUE.

MM. Sarroste ✻, Inspecteur du service électrique. . . . . *Paris.*
Loppé, Sous-Inspecteur du service électrique. . . . . *id.*

SERVICE DES ARRONDISSEMENTS.

1er Arrondissement. (Tours.)

MM. Perrier (Henri), Ingénieur ordinaire de 2e classe des Ponts et Chaussées, Ingénieur de la voie et des bâtiments. . . . . *Tours.*
Varon, Conducteur principal des Ponts et Chaussées, Ingénieur adjoint . . . *id.*

Quellier, Chef de bureau. . . . . . . *Tours.*
Lecamp, Inspecteur des bâtiments. . *Tours.*

Leconte, Chef de section. . . . *Chartres.*
Roc, id. . . . . *Tours.*
Gourguechon, id. . . . . *Angers.*
Thibeaudeau, id. . . . . *Mirebeau.*
Bimbenet, Cond. ppal. des P. et Ch., Chef de section. . . . . *Vendôme.*
Berthelot, Chef de section . . . . . *Chartres.*
Robert, Chef de section . . *Château-du-Loir.*
Devaux, id. . . *Loudun.*
Houssin. id. . . *Mondoubleau.*
Boirault, Cond. des P. et Ch. de 3e cl., Chef de section intérimaire. . . . . *Tours.*

2e Arrondissement. (Saintes.)

MM. **Leblanc**, Ingénieur de la voie et des bâtiments . . . . *Saintes.*
Darbon, Ingénieur adjoint . . . . *id.*
Magunna, Chef de bureau . . . . *id.*

Fabères,	Chef de section. . . .	*Niort.*	Douchet,	Chef de section.	*Cognac.*
Michaud,	id.	*Rochefort.*	Delnat,	id.	*Niort.*
Martial,	id.	*Pons*	Gras,	Cond. de 1re cl. des P. et Ch., Chef de section.	*Saintes.*
Goursat,	id.	*La Rochelle*	Estève,	Cond. de 3e cl. des P. et Ch., Chef de section intérimaire.	*id.*
Monichon,	id.	*St-André-de-Cubzac.*			

3e Arrondissement. (La Roche-sur-Yon.)

MM. **Madelaine** ✻ (I A), Ingénieur de la voie et des bâtiments . . . . *La Roche-sur-Yon.*
Germonneau, Ingénieur adjoint . . . . *id.*
Bastian, Chef de bureau . . . . *id.*

Balan,	Chef de section.	*Thouars.*	Reverdy,	Chef de section. .	*Parthenay.*
Vinet,	id.	*Nantes.*	Auvillain,	id. . .	*Cholet.*
Nouelle,	id.	*La Roche-sur-Yon.*	Roux,	id. . .	*Niort.*
Kazimirski,	id.	*id.*	Gault,	id. . .	*La Roche-sur-Yon.*
Malherbe,	id.	*id.*	Augustin,	id. intérim.	*id.*

Conducteurs et Commis des Ponts et Chaussées détachés au réseau des chemins de fer de l'État et non compris dans la liste ci-dessus.

Conducteurs :

MM. Cornubert, 2e cl.	*Thouars.*	Brian, 4e cl.	*La Roche-sur-Yon.*
Guillot (Edm.), 2e cl. . . .	*Paris.*	Popu, 4e cl.	*La Chartre.*

Commis :

Fargue, 3e cl. | Poupat, 4e cl.

CHEMINS DE FER.

CONTROLE DE L'EXPLOITATION.

INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

CONTROLE DES VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

I. — SERVICE SPÉCIAL DU CONTROLE DES LIGNES EN EXPLOITATION, EN CONSTRUCTION OU A CONSTRUIRE DANS PARIS.

(Rattaché à la 1re inspection générale.)

LIGNES EN EXPLOITATION. — **Ligne d'Auteuil. — Chemin de fer de Petite-Ceinture et ses raccordements avec la gare du Nord. — Ligne du pont de l'Alma aux Moulineaux, section comprise entre le Champ de Mars et la halte de Javel. — Prolongement de la ligne de Sceaux jusqu'à la place Médicis.**

LIGNE EN CONSTRUCTION. — **Prolongement de la ligne des Moulineaux jusqu'à l'esplanade des Invalides.**

LIGNES A L'ÉTUDE. — **Ligne de Courcelles à Passy et au Champ de Mars; — Prolongement de la ligne de Sceaux jusqu'au quai des Grands-Augustins. — Prolongement de la ligne d'Orléans jusqu'au quai d'Orsay, et toutes autres lignes à construire à l'intérieur de Paris.**

M. Le Chatelier (Louis) ✱, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Baur, cond. 2e cl.	Proust, comm. 3e cl.
	Beaumont, id. 4e cl.

Contrôle des études et travaux et de la voie.

1er Arrondissement.

MM. Equer, Ing. ord. de 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Paris.

Conducteurs :

Brémond, ppal. *Paris.* | Davin, 3e cl. *Paris.*

Commis :

Morin, 4e cl. . . . . . . *Paris.*

2e Arrondissement.

MM. Bresse ✻, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Paris.

Conducteur :

Laratte, 2e cl., *d. n.* . . . *Paris.*

Contrôle de l'exploitation technique et contrôle commercial.

MM. Gauthier, Ingénieur ordinaire de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Paris.

Contrôleurs des Mines.

Gourvest, 3e cl., *d. n.* . . . . *Paris.* | Peyronnet, 4e cl., *d. n.* . . . . . . *Paris.*

Commis.

Magnin, 2e cl. . . . . *Paris.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires.

MM. Peltier, 2e cl. . . . . *Paris-Auteuil.*
Aigueperse ✻ ✠, 3e cl. . . . . *Paris-La-Chapelle-Saint-Denis.*

II. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU DE L'ÉTAT.

M. ORSEL (O ✻), Inspecteur général de 1re classe des Mines,

DIRECTEUR DE L'INSPECTION DES CHEMINS DE FER DE L'ÉTAT, A PARIS.

Bureau de l'Inspection générale.

MM. Berthier, cond. ppal. | Blavat, comm. 3e cl.
Haurie, id. 1re cl. | Paul, id. 4e cl.

§ 1. — INSPECTION DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

M. Violette de Noircarme ✻ (I. A.), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Clément, cond. 2e cl. | Méry, comm. 2e cl.
Ransan, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Prince, Ing. ord. 3e cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Tours.

Dorat, cond. 2e cl. . . . . . *Poitiers.*
Rioré, id. 2e cl. . . . . . *Tours.*
Simon, id. 2e cl. . . . . . *id.*
Richard, id. 3e cl. . . . . . *id.*
Lemoigne, comm. 3e cl. . . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Cheguillaume, Ing. ordin. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Nantes.

Petit (P.), cond. ppal. . . . . *Angers.*
Renard, id. 3e cl. . . . . . . *Nantes.*
Muraire, id. 4e cl. . . . . . . *id.*
Lebesley, comm. 3e cl. . . . . . . *id.*
Pelé, id. 3e cl. . . . . . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. Bernis, Ing. ord. 2e cl. (P. et Ch.), à Bordeaux.

Martin (Jean), cond. ppal. . . . . . *Angoulême.*
Jan, id. 3e cl. . . . . . *Bordeaux.*
Landelle, id. 2e cl. . . . . . *id.*
Grilhon, comm. 1re cl. . . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Colas, 3e cl. . . . . . . *Paris.* | Relier, 3e cl. . . . . *Nantes.*
Raynaud, 3e cl. . . . . *Tours.* | Lisle, 3e cl. . . . . *Bordeaux.*

---

§ 2 — INSPECTION DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Olry ✻ (✪ I), Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d*, *n*. à Paris.,

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Beaubaire, cond. ppal.
Léger, id. ppal.
Rebours, id. 1re cl.
Bourbon, comm. 2e cl.
Holuigue, id. 4e cl.

1er Arrondissement.

MM. Seligmann-Lui, Ing. ord. 1re cl. (Mines), à Tours.

Clavel,	contr. (Mines), ppal . .	*Tours.*
Hamon (✪ A),	id. (Mines), 1re cl. .	*Orléans.*
Ravaudet,	id. (Mines), 2e cl. .	*Poitiers.*
Fouré,	id. (Mines), 4e cl. .	*Tours.*
Quintard,	comm. 2e cl.	*id.*
Viette,	id. 3e cl.	*id.*

2e Arrondissement.

MM. Rivet, Ing. ord. 3e cl. (Mines), à Nantes.

Galard,	cond. 2e cl.	*Nantes.*
Terrien,	contr.(Mines), 4e cl.	*id.*
Gérault,	comm. 4e cl.	*id.*

3e Arrondissement.

MM. Jouguet, Ing. ordin. de 3e cl. (Mines), à Bordeaux.

Vollot,	contr. (Mines), ppal. . .	*Angoulême.*
Larmanou,	id. (Mines), 3e cl. . .	*Bordeaux.*
Goubaud,	comm. ppal.	*id.*
Bergez,	id. 4e cl.	*id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. N. . . . . *Paris.*
Petitjean, 3e cl. . . . . *Tours.*
Guillet, 3e cl. . . . . . . *Nantes.*
Moyne, 3e cl. . . . . . . *Bordeaux.*

Contrôleur du travail :

M. Renauld, 3e cl. . . . . *Tours.*

3. — INSPECTION DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. Olry ✻ (❦ I), Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, *chargé des fonctions de Contrôleur général*, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

MM. N..., cond. | Trotin, comm. 3e cl.

1re *Circonscription*. . . . MM. Hallouin, Inspecteur particulier de 1re classe . . Paris.
2e *id.* . . . Héring (O ✻), Inspecteur principal . . . . . . Tours.

Contrôleur-Comptable :

M. Donnay, 3e cl. . . . . *Paris.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

NOTA. — ***Les Commissaires de surveillance administrative sont placés sous l'autorité de tous les Ingenieurs, Contrôleurs généraux et Inspecteurs chargés des différents services.***

Commissaires :

MM.

Leturque, 1re cl.	Paris-Montparnasse.	Grand-Didier ✻, 1re cl. . .	Angoulême.
L'hôtelier ✻, 3e cl.		Molle ✻, 3e cl.	Blaye.
Lecomte (J.), 1re cl. . . .	Tours.	Pigeat (E), 3e cl.	Parthenay.
Denier ✻, 3e cl.	Bressuire.	Brisset, 1re cl.	Angers-Saint-Laud.
Benjamin ✻, 2e cl.	La Roche-sur-Yon.	Gardot ✻, 3e cl.	
Legendre ✻, 1re cl. . . .	Nantes.	Bonnard, 4e cl.	Orléans.
Chevilley, 2e cl.		Noirjean ✻ ☩, 3e cl. . . .	
Deville (L.), 2e cl.		Salomon, 4e cl.	
Laïeck, 3e cl.		Gabriel (❦ A)(✯ MA), 1re cl.	Chartres.
Jonet ✻, 2e cl.	La Rochelle.	Jouffrey ✻, 3e cl.	Blois.
Bertrand (Henri), 3e cl. .	Rochefort.	Trouplin, 4e cl.	Château-du-Loir.
Cuirblanc, 1re cl.	Niort.	Oliva ✻, 2e cl.	Saumur.
Brujat ✻, 1re cl.	Saintes.	Granger ✻, 3e cl.	Vendôme.
Brudieux, 3e cl.	Ruffec.	Bertraud (Jules), 2e cl. . . .	Bordeaux-Saint-Jean.
Maurin, 2e cl.	Angoulême.		

---

§ 4. — INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES

M. de Préaudeau ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées à Paris, *d. n.*, *Adjoint à l'Inspecteur général du réseau d'État.*

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Boisson, cond. ppal. | Fayet, cond. ppal.

Contrôleur-Comptable :

M. Chord, 3e cl. . . . . *Paris.*

ÉTUDES ET TRAVAUX. — **Lignes de : Raccordement des gares de Saumur; Cavignac à Bordeaux** (infrastructure et superstructure); — **Niort à Montreuil-Bellay avec embranchement sur Moncontour — Saint-Jean-d'Angély à Niort** (liquidation d'entreprises d'infrastructure).

ÉTUDES. — **Lignes de : Marans à la ligne de Niort à La Rochelle; Saujon à la ligne de Tonnay-Charente à Marennes.**

Dép. : Charente-Inférieure, Gironde, Maine-et-Loire, Sarthe, Deux-Sèvres, Vendée.

MM. de Préaudeau ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Ingénieurs ordin.	Guibert (Léonce) ✻, 1re classe, *d. n*	Bordeaux.
	Antin, 2e classe, *d. n.*	Poitiers.
	N.	Niort.
	Leroux ✻, 1re classe, *d. n.*	Tours.
	Caboche, 2e classe, *d. n.*	Royan.

Conducteurs :

Boisson,	ppal, *d. n.*	*Paris.*	Loustalet, 2e cl.	*Bordeaux.*
Fayet,	ppal, *d. n.*	*id.*	Barbraud, 3e cl.	*id.*
Lagatu,	ppal.	*Bordeaux.*	Duporté, 4e cl.	*id.*

Commis :

Gardé, 1re cl.. . . . . *Bordeaux.* | Baudet, 2e cl.. . . . . *Bordeaux.*

ÉTUDES ET TRAVAUX. — Ligne de Cézais-Vouvant à Cholet, section comprise entre Cézais et Chantonnay.

Dép. : Vendée.

MM. Lasne ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à La Roche-sur-Yon.

Ingénieur ordin. | N. . . . . La Roche-sur-Yon.

Conducteurs :

Roulleau,	ppal. . . .	*Fontenay.*	Gerber,	4e cl. . . .	*Mortagne-sur-Sèvre.*
Robin,	1re cl. . .	*Vouvant*	Roullon,	4e cl. . . .	*Chantonnay.*
Seguin,	1re cl. . .	*Mortagne-sur-Sèvre.*	Fromaget, comm. 3e cl., *f. f. de cond.*		*id.*
Durand,	3e cl. . .	*Chantonnay.*			
Gaudin,	4e cl. . .	*Vouvant.*			

Commis :

Godin,	2e cl. . .	*La Roche-sur-Yon.*	Bourget,	4e cl. . . .	*La Roche-sur-Yon.*
Lesueur,	2e cl. . .	*id.*	Le Bolay,	4e cl. . . .	*Chantonnay.*
Denis,	3e cl. . .	*Mortagne-sur-Sèvre.*	Seyrat,	4e cl. . . .	*id.*

ÉTUDES ET TRAVAUX. — Ligne de Thorigné à Courtalain.

Dép. : Eure-et-Loir, Loir-et-Cher, Sarthe.

MM. Harel de la Noë ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, au Mans.

Ingénieur ordin. | Nanot, 1re classe, *d. n.* . . . . Le Mans.

Conducteurs :

Poupon, ppal.	*Le Mans.*	Lecourt (V.), 4e cl. . . .	*Melleray.*
Vautier, 2e cl.	*La Fontenelle.*	Leguerney, 4e cl. . . .	*Le Mans.*
Decahagne, 3e cl.	*Le Mans.*		

ÉTUDES ET TRAVAUX. — Lignes de : Blois à Vendôme (liquidation d'entreprises) ; **— Tours à Sargé** (infrastructure et superstructure).

Dép. : Indre-et-Loire, Loir-et-Cher.

MM. Faure (Eugène) ✻ (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Tours.

Ingénieurs ordin. { Legay, 2e classe, *d. n.* . . . . Blois.
Leroux ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Tours.

Conducteurs :

Baudouin,	ppal. . . .	*Tours.*	Aonit,	1re cl. . .	*Tours.*	Domain,	3e cl.	*Tours.*
Renou,	ppal. . . .	*id.*	Jusseaume,	2e cl. . .	*id.*			

Commis :

Lantuéjoul, 2e cl. . . . *Tours.* | Ribert, 2e cl. . . . . . *Tours.* | Hupon, 3e cl. . . . . . *Tours.*

ÉTUDES ET TRAVAUX. — **Lignes : de Voves à Toury; La Loupe à Brou.**

Dép. : Eure-et-Loir.

MM. Lordereau ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Chartres.

Ingénieur ordin. | Goury du Roslan, 1re classe. . . . . Paris.

Conducteurs :

Ganivet, 2e cl. . . . . *Paris.*	Pascal, 3e cl. . . . . . . *Paris.*
Guyonnaud, 3e cl. . . . . . *Brou.*	Bonnet, 4e cl. . . . . . . *Chassant.*
Hulin, 3e cl. . . . . *Janville.*	Renaud, 4e cl. . . . . . . *Montlandon.*
Mesnil, 3e cl. . . . . *Montlandon.*	Valentin, 4e cl. . . . . . . *Paris.*

Commis :

Chavet, 3e cl . . . . *Paris.*	Colas, 4e cl. . . . . *Paris.*

ÉTUDES ET TRAVAUX. — **Ligne de La Pointe-de-la-Fumée au fort d'Enet.**

Dép. : Charente-Inférieure.

MM. Thurninger ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à La Rochelle.

Ingénieur ordin. | Labeille, 3e classe, *d. n.* . . . . Rochefort.

ÉTUDES. — **Ligne de Barbezieux à Saint-Mariens.**

Dép. : Charente, Charente-Inférieure, Gironde.

MM. Strohl ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Ingénieur ordin. | Bonafous ✻ (✡ M A), 1re classe, *d. n.* . . . . Bordeaux.

Conducteur :

Bonhoure, 2e cl. . . . . *Bordeaux.*

Lignes concédées à la Compagnie de chemins de fer départementaux.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Saint-Jean-d'Angély à Civray; Saint-Jean-d'Angély à Marans; Saint-Jean-d'Angély à Cognac** (contrôle de travaux).

Dép. : Charente, Charente-Inférieure, Deux-Sèvres, Vienne.

MM. Modelski ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à La Rochelle.

Ingénieur ordin. | Dumas, 2e classe, *d. n.*. . . . . La Rochelle.

Conducteurs :

Favreau, 2e cl., *d. n.* *Saint-Jean-d'Angély.* | Guiraudet, 4e cl. . . . . *La Rochelle.*

§ 5. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de La Rochelle.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à La Rochelle.

Voies ferrées en dehors des limites du port . . .	Surveillance commerciale et police.
Voies ferrées dans les limites du port.	Surveillance commerciale.

2° Les Officiers et Maître de port de La Rochelle.

Voies ferrées dans les limites du port	Police.

Port de La Pallice.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire chargé du 1er arrondissement du service maritime du département de la Charente-Inférieure et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à La Rochelle.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de La Pallice.

Port de Rochefort.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Rochefort.

Voies ferrées dans les limites du port.	Surveillance commerciale.
Voies ferrées en dehors des limites du port . . .	Surveillance commerciale et police.

2° Les Officier et Maîtres de port de Rochefort.

Voies ferrées dans les limites du port	Police.

Port de Tonnay-Charente.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Charente-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription de l'Exploitation commerciale des chemins de fer de l'État.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Rochefort.

POLICE.

Le Maître de port de Tonnay-Charente.

III. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU DU NORD.

M. ARNAUD (Léon) ✱ (✪ A), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées,

DIRECTEUR DU CONTRÔLE, A PARIS.

Bureau de la Direction.

MM. Marceau, cond. 2e cl.
Pourrière, id. 3e cl.
Bouge, comm. ppal.
Liévin, id. 1re cl.
Mopin, id. 2e cl.

§ 1. — CONTROLE DE LA VOIE ET DES BÂTIMENTS.

M. Loche ✱, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Rambour, cond. ppal.
Grézy, id. 1re cl.
Romey, id. 1re cl.
Sudrot, comm. ppal.
Luisin, id. 1re cl.
Sance, id. 4e cl.

1er Arrondissement.

MM. Rousseau (Henri), Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), à Paris.

Candlot, cond. ppal . . . . . *Compiègne.*
Delamarre, id. ppal . . . . . *Beauvais.*
Quignon, id. ppal, *d. n.* . . *Laon.*
Desmasures, id. 2e cl. . . . . *Paris.*
Potier, comm. 4e cl. . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Caillez, Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), à Amiens.

Fouré, cond. 1re cl. . . . *Amiens.*
Hiéleine, id. ppal . . . . *Arras.*
Blondin (✪ A), id. 2e cl. . . . *Amiens.*
Girault, comm. 3e cl. . . . *id.*
Bayle, id. 4e cl. . . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. Stoclet ✱ (✪ A), Ing. ord. de 1re cl. (P. et Ch.), à Lille.

Belin, cond. ppal . . . . *Valenciennes.*
Mallet, id. ppal . . . . *Lille.*
Balsen, id. 2e cl. . . . . *id.*
Caire, id. 4e cl. . . . . *id.*
Goursault, comm. 4e cl. . . . . *id.*
Lixon, id. 4e cl. . . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. François, 3e cl. . . . . *Paris.*
N... . . . . *id.*
Tupigny, 3e cl. . . . . . . *Amiens.*
N... . . . . *Lille.*

§ 2. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Luneau ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Gourguechon, cond. 4e cl.
Sénéchal, comm. ppal.
Bécheclouz, comm. 2e cl.
Caron, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Bochet, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Paris.

Massin,	contr. (Mines) ppal.	*Paris.*
Soyez,	id. (Mines) ppal, *d. n.* .	*id.*
Gosse,	id. (Mines) 2e cl. . . .	*Beauvais.*
Moreau,	id. (Mines) 1re cl. . . .	*Laon.*
Balmitgère,	id. (Mines) 4e cl. . . .	*Paris.*
Marie,	comm. 2e cl.	*id.*
Leib,	id. 3e cl.	*id.*
Chane,	id. stag.	*id.*

2e Arrondissement.

MM. Aubert (Francis), Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Amiens.

Goeb (D.),	contr. (Mines) 1re cl. .	*Amiens.*
Drouot,	id. (Mines) 2e cl. .	*Arras.*
Cauvin,	cond. 2e cl.	*Amiens.*
Leturcq,	comm. 2e cl.	*id.*
Paris,	id. 2e cl.	*id.*
Pouré,	id. 4e cl.	*id.*

3e Arrondissement.

MM. Chapuy, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Lille.

Lefèvre ✻,	contr. (Mines) ppal.	*Lille.*
Barat,	cond. 4e cl.	*id.*
Dupont,	comm. 2e cl.	*id.*
Delobel,	id. 3e cl.	*id.*

4e arrondissement.

MM. Léon, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Valenciennes.

Sairaison,	cond. 4e cl.	*Valenciennes.*
Dulieu,	comm. 3e cl.	*id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Chevallier, 3e cl. . . . *Paris.*
Kervégand, 3e cl. . . . *id.*
David-Missilié, 3e cl. . . . . *Lille.*

Contrôleur du travail :

M. Berger, 3e cl. . . . . *Paris.*

§ 3. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. Baume ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, *chargé des fonctions de Contrôleur général*, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

MM. Defosseux, comm. 3e cl. | Faurel, comm. 4e cl.

1re *Circonscription.* .	MM. Allary ✻ (✪ A), Inspecteur principal. . .	Paris.
2e *id.* . .	Guénée ✻, Inspecteur particulier de 1re cl.	Paris.

Contrôleur-Comptable :

M. Lemoine (E.), 3e cl. . . . . *Paris.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Vieillard de Boismartin, 1re cl.	Paris.
Efisse, 2e cl.	
Celier, 4e cl.	
Caillat, 1re cl	La Chapelle.
Danschager ✻ ✠, 2e cl. . .	Pontoise.
Lespès, 4e cl	Creil.
Bergez ✻ (✪ A), 3e cl. . . .	Beauvais.
Moulard, 3e cl.	Clermont.
Puff, 2e cl.	Compiègne.
Bonniol, 2e cl.	Crepy-en-Valois.
Deville (E.), 4e cl.	Soissons.
Quoniam (A.), 3e cl.	Tergnier.
Septans ✻, 4e cl	Laon.
Muller (A.) ✻, 3e cl.	Amiens.
Vautrain ✻, 3e cl.	
Chanet ✻, 2e cl.	Abbeville.

Vilt, 1re cl.	Rouen.
Dumont, 1re cl.	Eu.
Petit (Pierre, 4e cl.	Arras.
Chauveau, 4e cl.	
Muller (L.), 2e cl..	Béthune.
Roger, 2e cl.	Boulogne.
Duméril, 1re cl.	Lille.
Derez, 2e cl.	
Monarq, 3e cl.	
Pigis, 4e cl.	Douai.
Diehl ✻, 4e cl.	Armentières.
Boissière, 2e cl.	Dunkerque.
Thiounaire, 1re cl.	Calais.
Deligny, 4e cl.	Valenciennes.
Lengellé, 4e cl.	Somain.
Clément, 3e cl.	Maubeuge.
Précheur ✻, 2e cl.	Cambrai.

§ 4. — INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

M. Connesson ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Adjoint au Directeur.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Francheterre, cond. 1re cl. | Grison, comm. 3e cl.

Lignes concédées à la Compagnie du Nord.

Embranchements de Douai (contrôle d'études et travaux).

MM. Connesson ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. | N... . . . . Douai.

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne d'Ormoy à Mareuil-sur-Ourcq** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Oise.

MM. Debauve ✻ (O A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Beauvais.

Ingénieur ordin. | Bienvaux, 2e classe, *d. n.* . . . . Senlis.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Laon à Liart, vers Mézières** (1re section de la ligne de Laon à Mézières); — **Le Cateau à Laon** (2e section de la ligne de Valenciennes à Laon) (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Wimy à Guise** (études).

Dép. : Aisne, Ardennes, Nord.

MM. Mille ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Laon.

Ingénieur ordin. | Bourquelot, 1re classe, *d. n.* . . . . Laon.

Conducteurs :

Jongleux, ppal, *d. n.* . . . *Laon.* | Quignon, ppal., *d. n.* . . . *Laon.* | Leber, 3e cl. . . . . . *Vervins.*

Commis :

Bourgeois, 2e cl. . . . . *Laon.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Roubaix à la frontière belge** (études); — **Thiant à Lourches ; Denain à St-Amand ; Don à Templeuve : Haubourdin à St-André** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure) ; **Avesnes à Sars-Poterie** (études).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne d'Armentières à Tourcoing et à Roubaix** (études).

Dép. : Nord.

MM. Gruson ✱ (◐ I), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Lille.

Ingénieurs ordin. { Devos ✱, 1re classe, *d. n.* . . . . Lille.
Corbeaux, 2e classe, *d. n.* . . . . Cambrai

Conducteurs :

Barré (L.) ppal, *d. n.* *Lille.* | Bouchez, ppal, *d. n.* . . . *Lille.* | Caullery, 2e cl., *d. n.* *Avesnes.*

Commis :

Becquereau, 4e cl. . . . . *Lille.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Chemin de fer sous-marin entre la France et l'Angleterre** (contrôle des études et travaux).

MM. Thanneur ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Boulogne.

Ingénieur ordin. | Charguéraud, 1re classe, *d. n.* . . . . Calais.

---

§ 5. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port d'Abbeville.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Somme.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service maritime du département de la Somme.

N..., Conducteur des Ponts et Chaussées.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Abbeville.

POLICE.

Le Maître de port d'Abbeville.

Port de Boulogne-sur-Mer.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Pas-de-Calais.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées chargé du service de l'arrondissement maritime de Boulogne.

M. Lorgnier, Cond. ppal, *d. s.* . . . . . *Boulogne.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Boulogne.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Boulogne.

Port de Calais.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Pas-de-Calais.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

M. Delannoy (L.), Cond. 3e cl., *d. s.* . . . . *Calais.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Calais.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Calais.

Port de Dunkerque.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Nord.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées chargé du 3e arrondissement du service maritime du département du Nord.

M. Gauthier, cond. ppal. . . . *Dunkerque.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Dunkerque.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Dunkerque.

Port de Gravelines.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Nord.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées chargé du 2e arrondissement du service maritime du département du Nord.

Le Conducteur des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Calais.

POLICE.

Le Maître de port de Gravelines.

Port de Saint-Valery-sur-Somme.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Somme.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service maritime du département de la Somme.

N..., Conducteur des Ponts et Chaussées.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Abbeville.

POLICE.

Le Maître de port de Saint-Valery.

Port du Tréport.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 2e section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Nord.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées chargé du 2e arrondissement de la 2e section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

M. Cosmefroy (🌢 A), cond. de 3e cl., *d. s.* . . . *Le Tréport.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Eu.

POLICE.

Le Maître de port du Tréport.

IV. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU DE L'OUEST ET CHEMIN DE FER DE GRANDE CEINTURE.

M. DEMOUY (O ✻), Inspecteur général de 2e cl. des Ponts et Chaussées,

DIRECTEUR DU CONTRÔLE, A PARIS.

Bureau de la Direction :

MM. Ricada, cond. pp^{al}.
Beaugeois, comm. pp^{al}.
Belperche, id. 2e cl.
Chatelain, comm. 2e cl.
Annoyer, id. 3e cl.
Godard. id. 3e cl.

§ 1. — CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

M. Kleine ✻, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'ingénieur en chef.

MM. Eyrolles (✪ A), cond. 2e cl.
Lebas (✪ A), comm. pp^{al}.
Lebègue, id. 2e cl.
Mienne, comm. 3e cl.
Abel, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Deslandres, Ing. ord. 2e cl. (P. et Ch.), à Paris.

Beaudeloux, cond. pp^{al} . . . . . . *Paris.*
Proust, id. pp^{al} . . . . . . *id.*
Prieur, id. 1re cl. . . . . . *id.*
Aubert, id. 2e cl. . . . . . *id.*
Blanquet, id. 2e cl. . . . . *Evreux.*
Bonnin, comm. 2e cl. . . . . *Paris.*
Guétrier, id. 2e cl. . . . . *id.*
Veyssière, id. 2e cl. . . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Caillez, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Amiens.

Marchand, cond. 2e cl. . . . . *Rouen.*
Huet, id. 3e cl, *d. n.* . . . . . *Dieppe.*
Dubos, comm. 4e cl. . . . . *Amiens.*

3e Arrondissement.

MM. Barbé (Jules) ✻, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Caen.

Deschâteaux, cond. 2e cl. . . . . *Caen.*
Leroy, id. 4e cl. . . . . *id.*
Gaudiot, comm. 2e cl. . . . . *id.*

4e Arrondissement.

MM. Nanot, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, au Mans.

Pinguet, cond. pp^{al} . . . . *Rennes.*
Bessy, id. pp^{al} . . . . *Le Mans.*
Chartier, id. pp^{al} . . . . *Laval.*
Caraès, id. 2e cl. . . . . . . *St-Brieuc.*
Leroux, comm. 2e cl. . . . . . . *Le Mans.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Allégret, 3e cl. . . . *Paris.*
Juffé, 3e cl. . . . *id.*
Tupigny, 3e cl., *d. n.* *Amiens.*
Enaudeau, 3e cl. . . . . . *Le Mans.*
Perrier, 3e cl. . . . . . *Caen.*

§ 2. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Lecornu ✻ (I I), Ingénieur en chef de 2e classe des Mines, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Monneret, cond. pp^{al}. | Pancrazi, comm. 2e cl.
Chauvin, id. 4e cl. | Lajoux, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Bernheim, Ing. ord. 2e cl. (Mines), à Paris.

Cuvillier, contr. (Mines), pp^{al} . *Paris.*
Girod, id. (Mines), 1re cl. . . *Evreux.*
Gouéry, id. (Mines), 1re cl. . . *Paris.*
Pluyette, id. (Mines), 1re cl. . . *id.*
Danglard, comm. 2e cl. . . . . *id.*
Goudal, id. 2e cl. . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Herscher, Ing. ord. 3e cl. (Mines), à Rouen.

Scheffler, contr. (Mines), pp^{al} . . . *Caen.*
Yvart, id. (Mines), pp^{al} . . . *Flers.*
Revel, id. (Mines), 1re cl. . . *Le Havre.*
Dionot, id. (Mines), 3e cl. . . *Rouen.*
Flandrin, id. (Mines), 2e cl. . . *id.*
Trouplin (R.), comm. 3e cl. . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. N..., Ing. ord., au Mans.

Corfiol, contr. (Mines), pp^{al}. . . . . *Le Mans.*
Fourmond, id. (Mines), 1re cl. . . . . *id.*
Boló, id. (Mines), 2e cl. . . . . *Brest.*
Chevreul, id. (Mines), 2e cl. . . . . *Rennes.*
Felix, id. (Mines), 4e cl. . . . . *St-Brieuc.*
Robiche, comm. 4e cl. . . . . *Le Mans.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Ruault, 3e cl. . . . . *Paris.* | Goureau, 3e cl. . . . . . . *Le Mans*
Drouilly, 3e cl. . . . . *id.*

Contrôleur du travail :

M. Quatravaux, 3e cl. . . . . *Caen.*

§ 3. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. Duplan ✱ (🟊 I), Contrôleur général, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

MM. Koenig, comm. 3e cl. | Lefèvre, comm. stag.

Circonscription. . . .	MM.	Laplaîche, Inspecteur principal.	Paris.
2e *id.*		Devesly, Inspecteur particulier de 1re classe. .	Paris.
3e *id.*		Peyrabon, id. de 2e classe. .	Rennes.

Contrôleur-Comptable :

M. Hamel, 3e cl. . . . . *Paris.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Cambuzat ✱, 2e cl.	Paris (St-Lazare).
Aubriot ✱ 🟊, 4e cl. . . .	Paris (St-Lazare).
Piédanna (O ✱), 4e cl. . .	Paris (St-Lazare).
Gatimel ✱, 3e cl.	Argenteuil.
Bille ✱, 1re cl.	St-Germain.
Goudert ✱, 3e cl.	Paris-Batignolles.
Dumas ✱, 4e cl.	Gisors.
du Merle, 1re cl.	Poissy.
La Madeleine, 3e cl. . . .	Mantes.
Durruthy ✱, 4e cl.	Rouen (R. D.).
Cabaud, 4e cl..	Rouen (R. G.).
Lecor ✱, 3e cl.	Pont-l'Evêque.
Lamoureux ✱ 🟊, 1re cl. .	Dieppe.
Billon, 1re cl.	Le Havre.
Fangue, 3e cl.	Le Havre.
de Fossey (O ✱), 2e cl.. .	Évreux.
Rochet, 1re cl.	Bernay.
Guittonneau ✱, 1re cl. . .	Lisieux.
Commin, 4e cl.	Caen.
Lepetit ✱, 2e cl	Cherbourg.
Pigeat (N.), 1re cl.	Rennes.
Hertlein, 2e cl.	Rennes.
Flandry, 1re cl.	Châteaubriant.
Durand ✱, 2e cl.	Saint-Malo.
Marlier ✱, 3e cl.	Saint-Brieuc.
Leturque, 1re cl., *d. s.* . . .	Paris-Montparnasse.
Lhôtelier ✱, 3e cl., *d. s.* . .	Paris-Montparnasse.
Mac-Auliffe, 1re cl.	Versailles (Chantiers).
Chabord ✱, 3e cl..	Laigle.
Vallette ✱, 3e cl.	Saint-Lô.
Baudoin de Saint-Georges, 1re cl.	Argentan.
Martin (Célestin), 3e cl.. .	Flers.
Martineau (H.) ✱, 1re cl. .	Granville.
Poupard, 4e cl.	Chartres.
Quétin ✱, 1re cl.	Le Mans.
Hartmann ✱, 1re cl. . . .	Le Mans.
N.	Dreux.
Bontemps de Mensignac, 4e cl.	Segré.
Johan, 2e cl..	Laval.
Collin de la Contrie, 4e cl.	Mayenne.
Brisard, 1re cl.	Alençon.
Marion ✱, 3e cl.	Vitré.
Le Bihan, 2e cl.	Morlaix.
Tesson ✱, 3e cl.	Brest.
Marot ✱, 2e cl.	Mortagne.

---

§ 4. — INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

M. Dieulafoy (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées. à Paris, *Adjoint au Directeur.*

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Brossard, cond. 1re cl. | Bondu (✪ A), comm. 3e cl.

Contrôleur-Comptable :

M. Roger, 3e cl. . . . . *Paris.*

1° Lignes non concédées.

CONTRÔLE D'ÉTUDES. — **Raccordement de la ligne des Moulineaux avec les lignes de Paris au Mans et à Versailles** (Rive gauche).

MM. Dieulafoy (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. | Bresse ✻, 1re classe, *d. n.*. . . . . Paris

2° Lignes concédées à la Compagnie de l'Ouest.

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne du Pont de l'Alma à Courbevoie moins la section comprise entre le Pont de l'Alma et les fortifications** (contrôle de travaux).

Dép. : Seine, Seine-et-Oise.

MM. Dieulafoy (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Paris.

Ingénieur ordin. | Bresse ✻, 1re classe, *d. n.*. . . . . Paris.

Conducteur :

Laratte, 2e cl., *d. n.* . . . . *Paris.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Argenteuil à Mantes; Dreux à Maintenon ; Maintenon à Auneau** (contrôle des travaux de superstructure); — **même ligne, section d'Yermenonville à Auneau** (contrôle des travaux d'infrastructure) ; **Épône à la ligne de Paris à Granville** (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Eure-et-Loir, Seine-et-Oise.

MM. Berthet ✻ (✪ I) (✻ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Versailles.

Ingénieurs ordin. { Equer, 2e classe, *d. n.*. . . . . Paris.
Dreyfus (Silvain), 2e classe, *d. n.* . . . . Versailles.

Conducteurs :

Danne, 1re cl. . . . . *Versailles.* | Riquier, 3e cl., *d. n.* *La Queue-les-Yvelines.*
Veillié, 2e cl., *d. n.* . . . . *Mantes.* |

Commis :

Ronsard, 3e cl., *d. n.* . . . . *Paris.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Dieppe au Havre; Raccordement des gares de Rouen, rive gauche** (contrôle de travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Seine-Inférieure.

MM. **Lechalas** ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Rouen.

Ingénieurs ordin. { Dupont, 2e classe, *d. n.* . . . . Rouen.
Garreta ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Dieppe.
Guillet, 3e classe, *d. n.* . . . . Fécamp.

Conducteurs :

Blot (✪ A), ppal, *d. n.* . . . . *Rouen.* | Barbey, 3e cl., *d. n.* . . . . *Rouen.*
Leleu, 2e cl., *d. n.* . . . . *Fécamp.* | Huet, 3e cl., *d. n.* . . . . *Dieppe.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Evreux-Ville à Évreux-Navarre** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **Saint-Pierre de Louviers aux Andelys** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Pont-Audemer à Port-Jérôme et au Havre avec embranchement sur Caudebec** (contrôle des études).

Dép. : Eure, Eure-et-Loir.

MM. Cordier ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Évreux.

Ingénieurs ordin. { Maurice, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . . . . Évreux.
Hembert (✻ M A), Sous-Ingénieur . . . . Pont-Audemer.

Conducteurs :

Pillet, 2e cl., *d. n.* . . . . *Pont-Audemer.* | Thonin, 4e cl., *d. n.* . . . . *Évreux.*
Taillet, 2e cl., *d. n.* . . . . *Les Andelys.* |

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Avranches à Domfront** (contrôle des travaux de superstructure); — **même ligne, section de Pontaubault à Virey** (études et travaux d'infrastructure); — **même ligne, sections d'Avranches à Pontaubault et de Virey à Domfront** (contrôle des travaux d'infrastructure); — **Fougères à Vire, section de Mortain-le-Neufbourg à la ligne de Paris à Granville** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **même ligne, sections de Fougères à Saint-Hilaire et de Mortain-Embranchement à Mortain-le-Neufbourg** (contrôle des travaux d'infrastructure).

Dép. : Calvados, Ille-et-Vilaine, Manche, Mayenne, Orne.

MM. Du Boys ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.* à Alençon.

Ingénieurs ordin. { Dairaine, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ordin.*, *d. n.*
Le Conte (Lucien), 3e classe, *d. n.* . . . . Mayenne.

Conducteurs :

Mignan, ppal, *d. n.* *Avranches.* | Rocher, 1re cl., *d. n.* . . . *Alençon.*
Louvel, 1re cl., *d. n.* *Alençon.* | Fouqué, 3e cl., *d. n.* . . . *Mayenne.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Carentan à Carteret, section de Carentan à La Haye-du-Puits** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Coutances à Regnéville** (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Manche.

MM. Gouton ✻ (✠ MA), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Cherbourg (provt).

Ingénieurs ordin. { Tollet, Cond. ppal., *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . . . Saint-Lô.
de Larminat (Louis), 1re classe, *d. n.* . . . . Granville.

Conducteurs :

Sanson (Ad.-Th.), ppal, *d. n.* *Coutances.* | Bernard (B.), 2e cl., *d. n.* . . . *Carentan.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Ligne de Beslé à Guéméné et à La Chapelle-sur-Erdre** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Loire-Inférieure.

MM. Lefort (Édouard) ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Nantes.

Ingénieur ordin. | Poisson, 1re classe, *d. n.* . . . . Angers.

Conducteur :

Martin (R.), 3e cl, *d. n.* . . . . . . *Candé.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Châteaubriant à Ploërmel; La Brohinière à Dinan** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine, Loire-Inférieure, Morbihan.

MM. Rousseau (Léon) ✻ (Ⓘ A)(✠ MA), Ingén. en chef de 1re cl., *d. n.*, à Rennes.

Ingénieur ordin. | N. . . . . Rennes.

Conducteur :

Rigaud, 4e cl. . . . . *Rennes.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Carhaix à Guingamp; Guingamp à Paimpol** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Saint-Méen à Loudéac et à Carhaix** (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Côtes-du-Nord.

MM. Thiébaut ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Saint-Brieuc.

Ingénieurs ordin. { Guillemoto ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Saint-Brieuc.
Adam ✻, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Guingamp.

Conducteurs :

Sébilleau, 2e cl., *d. n.* . . *Saint-Brieuc.* | Rault, 4e cl. . . . . *Guingamp.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Carhaix à Morlaix, avec raccordement sur la ligne de Paris à Brest et embranchement sur le port de Morlaix ; Carhaix à Rosporden ; Carhaix à Châteaulin** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Finistère.

MM. Considère (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Quimper.

Ingénieurs ordin.	Pocard Kerviler (Georges), 3e classe, *d. n.*	Morlaix.
	Duperrier, 3e classe, *d. n.*	Quimper.
	Barrat, Cond. ppal. *f. f d'ing. ordin.*, *d. n.*	Châteaulin.

Conducteurs :

de Goulhezre, 4e cl., *d. n.* *Quimper.* | Le Berre, ppal., *d. n.* *Morlaix.*

§ 5. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de Brest.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Finistère.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 3ᵉ circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Bourven, 1ʳᵉ cl., *d. s.* . . . . . Brest.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Brest.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Brest.

Port de Caen.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2ᵉ circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Quesnel, 1ʳᵉ cl., *d. s.* . . . . Caen.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Caen.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Caen.

Port de Cherbourg.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Manche.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Cherbourg.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Cherbourg.

Port de Dieppe.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 2e section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Huet, 3e cl., *d. s.* . . . . Dieppe.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Dieppe.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Dieppe.

Port de Fécamp.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 1re section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Leleu, 2e cl., *d. s.* . . . . Fécamp.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Yvetot.

POLICE.

Les Maîtres de port de Fécamp.

Port de Granville.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Manche.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 3e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Dumonchel, 3e cl., *d. s.* . . . . Granville.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Granville.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Granville.

Port du Havre.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé de la 2e section du service maritime du département de la Seine-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. Collot, Ingénieur ordin. de 3e classe (P. et Ch.), *d. n.* Le Havre.

Conducteur :

Dollet, 3e cl., *d. n.* . . . . Le Havre.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence au Havre.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port du Havre.

Port de Honfleur.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Motte (Achille), 4e cl., *d. n.* Honfleur.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Pont-l'Évêque.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Honfleur.

Port d'Isigny.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Bayeux.

POLICE.

Le Maître de port d'Isigny.

Port du Légué.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Côtes-du-Nord.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 3e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Brieuc.

POLICE.

Le Maître de port de Saint-Brieuc.

Port de Paimpol.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Côtes-du-Nord.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'inspecteur de la 3e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire chargé de l'arrondissement unique du service maritime du département des Côtes-du-Nord.
Le Conducteur chargé de la subdivision de Paimpol.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des ch. de fer en résidence à Saint-Brieuc.

POLICE.

Le Maître de port de Paimpol.

Port de Pont-Audemer.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service ordinaire du département de l'Eure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire chargé de l'arrondissement de l'Ouest du service ordinaire du département de l'Eure.

Conducteur :

M. Pillet, 2e cl., *d.* s. . . . . Pont-Audemer.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Elbeuf.

POLICE.

Le Syndic des gens de mer chargé des fonctions de Maître de port de Pont-Audemer.

Port de Pontrieux.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Côtes-du-Nord.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 3e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées, chargé de l'arrondissement unique du service maritime du département des Côtes-du-Nord.
Le Conducteur ou Agent voyer chargé de la subdivision de Pontrieux.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Brieuc.

POLICE.

Le Maître de port de Pontrieux.

Port de Redon.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Loire-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 3e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

N..., ... Redon.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Rennes.

POLICE.

Le Maître de port de Redon.

Port de Rouen (rive gauche).

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service de la 4e section de la navigation de la Seine.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire chargé de l'arrondissement unique du service de la navigation de la Seine, 4e section.

Conducteurs :

MM. Lelong (A.), ppal., *d. s.* Rouen. | Porchez (E.), ppal, *d. s.* Rouen.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer de Rouen (rive gauche).

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Rouen.

Port de Saint-Malo-Saint-Servan.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département d'Ille-et-Vilaine.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 3e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des ponts et chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Maigné, ppal, *d. s.* . . . . Saint-Servan.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Malo.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Saint-Malo-Saint-Servan.

Port de Trouville.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Calvados.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale des ch. de fer de l'Ouest.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Motte, ppal, *d. s.* . . . . Trouville.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Pont-l'Évêque.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Trouville.

V. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU DE L'EST.

M. KELLER (O ✻), Inspecteur général de 2e classe des Mines,

DIRECTEUR DU CONTROLE, A PARIS.

Bureau de la Direction.

MM. Guionnet, cond. ppal.	Petitfils, comm. 2e cl.
Giroux, id. 1re cl.	N..., id.
Hardy, id. 1re cl.	

Archives centrales : M. Fleury, cond. ppal.

§ 1. — CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

M. Meugy ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Leroy, cond. ppal.	Papot, comm. 3e cl.
Danloup, id. 4e cl.	N..., id.

1er Arrondissement.

MM. Humbert (Georges) ✻ (I A), Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Paris.

Deboves, cond. ppal . . . . *Paris.*
Bourdin, id. 2e cl. . . . . *Reims.*
Couillard, id. 2e cl. . . . . *Paris.*
Adam, id. 4e cl., *d. s.* . . . . *id.*
Duquenne, comm. 3e cl. . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Hémardinquer ✻ (✻ M A), Ing. ordin. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Nancy.

Boquel, cond. ppal . . . . . . *Nancy.*
de Gironcourt, id. ppal . . . . . . *id.*
Macaire (Aug.), id. ppal . . . . . . *id.*
Macaire (Alf.), comm. 3e cl. . . . . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. Mussat ✻, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), à Troyes.

Jacquinot, cond. ppal. . . . . *Troyes.*
Lua, id. ppal. . . . . *id.*
Florentin, id. 1re cl. . . . . *id.*
Simon (J.), comm. 2e cl. . . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Hugot, 1re cl. . . . . . *Paris.*	Colin, 3e cl. . . . . *Nancy.*
Goilard, 3e cl. . . . . . *id.*	Bourdeille, 3e cl. . . . . . . *Troyes.*

§ 2. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Nivoit ✻ (Ⓘ A), Ingénieur en chef de 1re classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. D'Ivanoff, cond. pp^al.
Véron, id. 4e cl.
Dufour, comm. 1re cl.

1er Arrondissement.

MM. Lorieux (Edmond), Ing. ord. de 3e cl. (P. et Ch.), à Paris.

Labeyrie ✻,	contr (Mines), pp^al	.	*Paris.*
Goeb (J.),	id. (Mines), 1re cl.		*id.*
Watrin,	id. (Mines), pp^al.		*Mézières.*
Dumas,	id. (Mines), 4e cl.		*Reims.*
Cobus,	comm. 3e cl.	. . . .	*Paris.*

2e Arrondissement.

MM. Villain, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), à Nancy.

Foucault,	contr. (Mines), pp^al.		*Mézières.*
Mermillod,	id. (Mines), pp^al.		*Bar-le-Duc.*
Pierron,	id. (Mines), pp^al.		*Nancy.*
Croisille,	id. (Mines), 1re cl.		*Longwy.*
Pierrat,	id. (Mines), 1re cl.		*Epinal.*
Baum,	comm. 2e cl.	. . . . . .	*Nancy.*

3e Arrondissement.

MM. Lebrun, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), à Vesoul.

Boygues,	cond. pp^al	. . . .	*Chaumont.*
Chalot,	contr. (Mines), pp^al	. . . .	*Vesoul.*
Préchey,	id. (Mines), pp^al	. . . .	*Chaumont.*
Marchal,	id. (Mines), 2e cl.	. . .	*Troyes.*
Futin,	id. (Mines), 4e cl	. . .	*Vesoul.*
Beutot,	comm. 2e cl.	. . . .	*id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Lambert, 3e cl. . . . . . *Paris.*
Hospital, 3e cl. . . . . . *id.*
Leininger, 3e cl. . . . . . . *Nancy.*

Contrôleur du travail :

M. Bodemer, 3e cl. . . . . *Paris.*

3. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE

M. Zerling ✱, Contrôleur général, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

M. Chaudron, comm, 3e cl.

1re *Circonscription*. .	MM. Marcel,	Inspecteur principal.	Paris.
2e *id*. . .	de Bizemont,	Inspecteur particulier de 2e classe.	id.
3e *id*. . . .	de Beaurepaire ✱,	id. de 2e classe.	Nancy.

Contrôleur-Comptable :

M. Lemoine (A.), 3e cl. . . . . . . *Paris*.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.			
de la Londe, 1re cl.	Paris-Est.	Algan, 1re cl.	Lunéville.
Santier ✱, 2e cl.	Paris-Est.	Arragon, 3e cl.	St-Dizier.
Auberon, 4e cl.	Paris-Est.	Masure, 2e cl.	St-Dizier.
Lory ✱, 3e cl.	Paris-Bastille.	Borlet, 3e cl.	Neufchâteau.
Tavera, 3e cl.	Paris-Bastille.	Planté, 4e cl.	Neufchâteau.
Moriset ✱, 2e cl.	Château-Thierry	Simon ✱, 2e cl.	Contrexéville.
Martin (Jean), 2e cl.	Epernay.	Prodhomme ✱, 3e cl. . . .	Mirecourt.
Bredeau, 4e cl.	Reims.	Hurel ✱ ✠, 2e cl.	Épinal.
Guibert, 4e cl.	Reims.	Gérardin, 4e cl.	Épinal.
Jeannot, 4e cl.	Charleville.	Louvenard, 1re cl.	Aillevillers.
Divin ✱, 4e cl.	Sedan.	Ragois, 4e cl.	Grets.
Driesbach, 3e cl.	Longuyon.	Lebœuf, 1re cl.	Nogent-s.-Seine.
Remy, 1re cl.	Châlons.	Masson, 2e cl.	Troyes.
Fourrier, 4e cl.	Verdun.	Romain, 3e cl.	Troyes.
Duchêne, 3e cl.	Conflans-Jarny.	Henry ✱, 3e cl.	Chaumont.
Liévin, 1re cl.	Esternay.	Ballas, 3e cl.	Langres.
Barbier, 4e cl.	Vitry-le-François	Rossat ✱, 4e cl.	Vesoul.
Duême, 3e cl.	Bar-le-Duc.	Cusin ✱ ✠, 2e cl.	Belfort.
Butor ✠, 1re cl.	Nancy.	Desenclos, 4e cl.	Bar-sur-Seine.
Rose ✱, 3e cl.	Nancy.	Maldidier ✱, 4e cl.	Gray.

---

§ 4. — INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

M. Châtel ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris, *Adjoint au Directeur*.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

M. Thomas, cond. 2e cl.

Contrôleur-Comptable :

N... . . . . *Paris.*

1° Lignes non concédées.

Ligne de Contrexéville à Châtenois (contrôle d'études).

Dép. : Vosges.

MM. Barbet (Léandre) ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Épinal.

Ingénieur ordin. | Hausser ✻, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Épinal.

2e Lignes concédées à la Compagnie de l'Est.

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Saint-Florentin à Troyes** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Aube, Yonne.

MM. Callon ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Auxerre.

Ingénieur ordin. | Mussat ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Troyes.

Commis :

Rat, 4e cl. . . . . . . *Troyes.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Armentières à Bazoches avec raccordement vers Coincy et vers Braisne** (section de la ligne de Château-Thierry à Laon); **Trilport à la Ferté-Milon** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Aisne, Oise, Seine-et-Marne.

MM. Bourguin ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Reims.

Ingénieurs ordin. { Trouvelot, 3e classe, *d. n.* . . . . Soissons.
Bienvaux, 2e classe, *d. n.* . . . . Senlis.

Conducteurs :

Hutin, 3e cl., *d. n.* . . . . *Soissons.* | Lantenois, 4e cl., *d. n.* . . . . *Reims.*
| Lefort, 4e cl, *d. n.* . . . . *Senlis.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Brie-Comte-Robert à Verneuil; Verneuil à Marles; Raccordement dans la direction de Boissy-St-Léger, entre la ligne de Paris à Brie-Comte-Robert et celle de grande Ceinture autour de Paris** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure); **Provins à Esternay; Ligne d'Esbly à Coulommiers, section d'Esbly à Crécy** (contrôle d'études et travaux).

Dép : Seine, Seine-et-Marne.

MM. Mancel ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Melun.

Ingénieurs ordin. { Montarou, 1re classe, *d. n.* . . . . Provins.
Arnaud (Jean), 3e classe, *d. n.* . . . . Coulommiers.

Conducteurs :

Houdry, ppal, *d. n.* . . . . *Provins.*
Bazin, 1re cl., *d. n.* . . . . *Melun.*
Gutel, 3e cl., *d. n.* . . . . . . *Coulommiers.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Vitry-le-François à Lérouville; Brienne à Sorcy** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép.: Marne, Haute-Marne, Meuse.

MM. Küss (Charles) ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Bar-le-Duc.

Ingénieur ordin. | N... . . . . Bar-le-Duc.

Conducteurs :

Broquette, ppal, *d. n.* . . . . *Bar-le-Duc.*
Lemoine, ppal, *d. n.* . . . . *id.*
Lepage (Am.), ppal, *d. n.* . . . . . *id.*
Person, ppal. . . . . *id.*
Menu, 1re cl. . . . . *Bar-le-Duc*
Jeanty, 2e cl. . . . . *id.*
Thouvenot, 4e cl. . . . . *id.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Neufchâteau à Barisey-la-Côte; Toul à Nancy par Pont-Saint-Vincent** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Meurthe-et-Moselle, Vosges.

MM. Thoux ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Nancy.

Ingénieurs ordin. { Imbeaux (✩ M A), 2e classe, *d. n.* . . . .
Hémardinquer ✻ (✩ M A), 1re classe, *d. n.* . . . . } Nancy.

Conducteurs :

Collet, ppal, *d. n.* . . . . *Nancy.* | Eternack, 1re cl. . . . . *Nancy.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Jussey à Gray; Gerbéviller à Bruyères** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Haute-Saône, Vosges.

MM. Barbet (Léandre) ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Épinal.

Ingénieurs ordin. { Hausser ✻, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . .
Reynders (✪ A) (✩ M A), Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* } Épinal.

Conducteur :

Mansuy (A.), 1re cl. . . . . *Épinal.*

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Liart à Mézières** (2e section de la ligne de Laon à Mézières) (contrôle d'études).

Dép. : Ardennes.

MM. Rigaux ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Charleville.

Ingénieur ordin. | Claise, 2e classe, *d. n.* . . . . Charleville.

Conducteurs :

Schmit, ppal, *d. n.*. . . . . *Charleville.* | Fério, 2e cl., *d. n.* . . . . . . *Mézières.*

VI. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU D'ORLÉANS.

M. LEFEBVRE (René) ✻, Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées,

DIRECTEUR DU CONTRÔLE, A PARIS.

Bureau de la Direction :

MM. Henry (L.), cond. ppal.
Villaumé, id. ppal.
Cigogne, id. 4e cl.
Endrès, comm. ppal.
Massoulier, id. ppal.
Varlet, id. ppal.

§ 1. — CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

M. d'Ussel ✻, Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Rigaud, cond. ppal.
N..., id.
Bénard, comm. 2e cl.
Bourel, id. 3e cl.
Gauthier, id. 3e cl.
Regouby, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Rousseau (Henri), Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Paris.

Bouramier ✻, cond. ppal.	*Paris.*
Bellanger, id. 2e cl.	*id.*
Fourcade, comm. 2e cl.	*id.*
Roussan, id. 3e cl.	*id.*

2e Arrondissement.

MM. Prince, Ing. ord. 3e cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Tours.

Kerbrat, cond. 1re cl.	*Tours.*
Dorat, id. 2e cl., *d. s.*	*Poitiers.*
Rincé, id. 2e cl., *d. s.*	*Tours.*
Simon, id. 2e cl., *d. s.*	*id.*
Richard, id. 3e cl., *d. s.*	*id.*
Roguet, comm. ppal.	*id.*
Manceau, id. 2e cl.	*id.*

3e Arrondissement.

MM. Cheguillaume, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Nantes.

Petit (P.), cond. ppal, *d. s.*	*Angers.*
Renard, id. 3e cl., *d. s.*	*Nantes.*
Muraire, id. 4e cl., *d. s.*	*id.*
Lebesley, comm. 3e cl., *d. s.*	*id.*
Pelé, id. 3e cl., *d. s.*	*id.*

4e Arrondissement.

MM. Nouailhac, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Périgueux.

Brunet, cond. ppal	*Périgueux.*
Duron, id. ppal	*Guéret.*
Martin (Jean), id. ppal, *d. s.*	*Angoulême.*
Rousier, id. 1re cl.	*Limoges.*
Dorat, id. 2e cl., *d. s.*	*Poitiers.*
Chasseuil, comm. 4e cl.	*Périgueux.*
N..., id.	*id.*

CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS (*suite*).

5e Arrondissement.

MM. Bernis, Ing. ord. 2e cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Bordeaux.

Martin (Jean),	cond. pp^{al}, *d. s.*	*Angoulême.*
Bernatet,	id. 1re cl., *d. s.*	*Bordeaux.*
Landelle,	id. 2e cl., *d. s.*	*id.*
Jau,	id. 3e cl., *d. s.*	*id.*
Autechaud,	comm. 4e cl.	*id.*

6e Arrondissement.

MM. Le Cornec ❄, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), à Toulouse.

Colombiès,	cond. pp^{al}	*Albi.*
Caillié,	id. 2e cl.	*Figeac.*
Lagenès,	comm. 2e cl.	*Toulouse.*
Musset,	id. 3e cl.	*id.*

7e Arrondissement.

MM. Tavera ❄, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Clermont-Ferrand.

Duron,	cond. pp^{al}, *d. s.*	*Guéret.*
Picaud,	id. pp^{al}	*Montluçon.*
Gaillard,	id. 1re cl.	*Clermont-Ferrand.*
Clayette,	comm. 2e cl.	*id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Carré,	3e cl.	*Paris.*
François,	3e cl., *d. s.*	*id.*
Raynaud,	3e cl., *d. s.*	*Tours.*
Relier,	3e cl., *d. s.*	*Nantes.*
Dutour,	3e cl.	*Périgueux.*
Lisle,	3e cl., *d. s.*	*Bordeaux.*
Bernard (A.),	3e cl.	*Toulouse.*
Peignes,	3e cl.	*Clermont-Ferrand.*

§ 2. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Perrin (Raoul) ✱ (🙠 A), Ingénieur en chef de 1re classe des Mines. à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Mary, cond. ppal.
Jougla, id. 1re cl.
Lauricesque, comm. ppal.
Parmiseux, id. 2e cl.

1er Arrondissement.

MM. Chesneau ✱, Ing. en chef, 2e cl., *d. s.* (provis.) (Mines), à Paris.

Bertrand, contr. (Mines), ppal. . . . *Paris.*
Hamon (🙠 A), id. (Mines), 1re cl., *d. s.* *Orléans.*
Ménard, comm. 2e cl. . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Seligmann-Lui, Ing. ord. 1re cl. (Mines), *d. s.*, à Tours.

Clavel, contr. (Mines), ppal, *d. s.* *Tours.*
Ravandet (P.), id. (Mines), 2e cl., *d. s.* *Poitiers.*
Fouré, id. (Mines), 4e cl., *d. s.* *Tours.*
Viette, comm. 3e cl., *d. s.* . . . . . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. Rivet, Ing. ord. 3e cl. (Mines), *d. s.*, à Nantes.

Galard, cond. 2e cl., *d. s.* . . . . . . *Nantes.*
Terrien, contr. (Mines), 4e cl., *d. s.* *id.*
Fromentin, comm. 1re cl. . . . . . . *id.*

4e Arrondissement.

MM. Nadal, Ing. ord. 2e cl. (Mines), à Bourges.

Drut, contr. (Mines), 4e cl. . . . . *Bourges.*
Robert, comm. 3e cl. . . . . *id.*

5e Arrondissement.

MM. Nouailhac, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Périgueux.

Simon (A.), cond. 1re cl. . . . . . *Limoges.*
Bazin. contr. (Mines), 2e cl. . . *id.*
Jacquin, contr. (Mines), 1re cl. . *Périgueux.*
Lespinasse, comm. 3e cl. . . . . *id.*

6e Arrondissement.

MM. Jouguet, Ing. ord. 3e cl. (Mines), *d. s.*, à Bordeaux.

Vollot, contr. (Mines), ppal, *d. s.* *Angoulême.*
Larmanou, id. (Mines), 3e cl., *d. s.* *Bordeaux.*
Dupuy, comm. 2e cl. . . . . . *id.*

7e Arrondissement.

MM. Caltaux, Ing. ord. 3e cl. (Mines), à Toulouse.

Brossette, contr. (Mines), ppal . *Toulouse.*
Abadie, id. (Mines), 2e cl. *Decazeville*
Teyssonnières, id. (Mines), 4e cl. *Cahors.*
Deilles, comm. 3e cl. . . . . . . *Toulouse.*

8e Arrondissement.

M. Colin de Verdière, Ing. ord. 3e cl. (Mines), à Moulins.

Varin, contr. (Mines), 1re cl. . *Moulins.*
Pommier, id. (Mines), 3e cl. . *Clermont-Ferrand.*
Vandernotte, id. (Mines), 4e cl. . *Moulins.*
Ravaudet (E.), comm. 2e cl. . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Canal, 3e cl. . . . . . . *Paris.*
Fulcrand, 3e cl. . . . . *id.*
Petitjean, 3e cl., *d. s.* . *Tours.*
Guillet, 3e cl., *d. s.* . . *Nantes.*
Moyne, 3e cl. *d. s.* . . *Bordeaux.*
Papaix, 3e cl. . . . . *Toulouse.*

Contrôleurs du travail :

MM. Duvernay, 3e cl. . . . . . *Paris.*
Féneron, 3e cl. . . . . . . *Périgueux.*

§ 3. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. de la Borde, Contrôleur général, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

MM. Laverrière, comm. 2e cl. | Roubenne, comm. 2e cl.

1re *Circonscription* . . .	MM. Bicheron,	Inspecteur principal.	Paris.
2e *id.* . . .	Leboucq,	Inspecteur particulier de 2e classe.	id.
3e *id.* . . .	N...	id.	Orléans.
4e *id.* . . .	Pujol ✻,	id. de 1re classe.	Bordeaux.

Contrôleur-Comptable :

M. Reyrel, 3e cl. . . . . Paris.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.	
Gaujard ✻, 1re cl.	Paris-Orléans.
de Bonne, 2e cl.	
N...	
Roux-Fouillet ✻, 2e cl. . .	Paris-Ivry.
Triboulet, 1re cl.	Paris-Sceaux.
Coppé ✻, 2e cl.	Juvisy.
Bonnard, 4e cl., *d. s.*	Orléans.
Noirjean, ✻ ✠, 3e cl., *d. s.*	
Salomon, 4e cl., *d. s.*	
Jouffrey ✻, 3e cl., *d. s.* . . .	Blois.
Granger ✻, 3e cl., *d. s.* . . .	Vendôme.
Laire ✻, 2e cl.	Vierzon.
Dubuc, 4e cl.	
Bel ✻, 4e cl.	Bourges.
Latapie ✻, 2e cl.	Châteauroux.
Mossier, 3e cl.	Saint-Amand.
Amouroux, 3e cl.	Montluçon.
Pierre (Adrien), 4e cl.	
Dupuy (Léon), 2e cl.	Gannat.
Dupuy (Alex.), 1re cl. . . .	Guéret.
Escalup, 2e cl.	Limoges.
Couat ✻, 4e cl.	
Michel, 2e cl.	Tours.
Echavidre, 4e cl.	
Lebas de Lacour, 1re cl. . .	Poitiers.
Ranger, 4e cl.	
de Matha, 1re cl.	Albi.
Trouplin, 4e cl., *d. s.*	Château-du-Loir.
Oliva ✻, 2e cl., *d. s.*	Saumur.
Brisset, 1re cl., *d. s.*	Angers-St-Laud.
Gardot ✻, 3e cl., *d. s.*	
Chevilley, 2e cl., *d. s.*	Nantes.
Laïeck, 3e cl., *d. s.*	
Audigier ✻, 2e cl.	Saint-Nazaire.
Lévêque (E.) ✻, 3e cl. . . .	Redon.
Poret, 1re cl.	Vannes.
Mittre, 4e cl.	Lorient.
Denis ✻, 1re cl.	Quimper.
Brudieux, 3e cl., *d. s.*	Ruffec.
Maurin, 2e cl., *d. s.*	Angoulême.
Grand-Didier ✻, 1re cl., *d. s.*	
Peltrizot ✻ ✠, 3e cl.	Bergerac.
Sir, 2e cl.	Libourne.
Couëtu, 1re cl.	Bordeaux.
Danre, 1re cl.	
Thouverez, 2e cl.	
Michelon, 2e cl.	Royat.
Roussel ✻, 2e cl.	Brive.
Dervaux ✻, 3e cl.	
Chalut, 1re cl.	Périgueux.
Chort, 2e cl.	
Panouze, 2e cl.	Cahors.
Lambœuf ✻, 3e cl.	
Verges-Basterreix, 4e cl. . .	Murat.
Bertrand (J.) ✻, 1re cl. . .	Aurillac.
Aymé ✻, 3e cl.	Capdenac.
Clot, 3e cl.	
Palayret, 4e cl.	Rodez.
Ricardie ✻ ✠, 1re cl. . . .	Montauban.
Treilhes, 1re cl.	Ussel.
Defond ✻, 4e cl.	Le Blanc.

§ 4. — INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

M. Pasqueau ✻ (🙰 A), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris, *Adjoint au Directeur.*

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Delhôtel, cond. 4e cl. | Thiéry, comm. 2e cl.

Contrôleur-Comptable :

M. Burg, 3e cl. . . . . . . *Paris.*

1° Lignes concédées à la Compagnie de Paris à Orléans.

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne d'Auneau à Étampes** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Limours à Dourdan** (études).

Dép. : Eure-et-Loir, Seine-et-Oise.

MM. Berthet ✻ (🙰 I) (✠ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Versailles.

Ingénieur ordin. | Regimbeau ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.

Conducteurs :

Danne, 1re cl., *d. n.* . . . . . . *Versailles.* | Jouvion, 2e cl. . . . . *Étampes.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — Lignes de : **Bourges a Gien** (études et travaux, et contrôle des travaux de superstructure); — **Argent à Beaune-la-Rolande** (études et travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Bourges à Cosne** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Cher, Loiret, Nièvre, Yonne.

MM. Callon ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Auxerre.

Ingénieurs ordin. { Couvreux 2e classe, *d. n.* . . . . Auxerre.
Vicaire (Jules), 3e classe, *d. n.* . . . . Nevers.

Conducteurs :

Boivin, ppal, *d. n.* . . *Auxerre.*	Renard, ppal. . *Bourges.*	Montarron, 4e cl. *Nevers.*
Mégrot, ppal. *Cosne.*	Sanglé, ppal. . *St-Satur.*	Morisot, 4e cl. *St-Satur.*
Raimbault ✻, ppal. *Gien.*	Gaulon, 1re cl. . *Auxerre.*	Passeleau (F.), 4e cl. *Nevers.*

Commis :

Benvoizé, ppal. *Auxerre.*	Mercier, 3e cl. *Nevers.*	Leu, 2e cl. *Auxerre.*
Gabrielle, 3e cl., *d. n.* *id.*	Fouchère, 4e cl. *Auxerre.*	

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Blois à Romorantin** (liquidation d'entreprises); — **Issoudun à Saint-Florent** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **Châtellerault à Tournon-Saint-Martin** (liquidation d'entreprises de travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Tournon-Saint-Martin à La Châtre, section de Tournon à Argenton** (liquidation des entreprises d'infrastructure); — **même ligne, section de Tournon au Blanc** (travaux de superstructure); — **même ligne, section du Blanc à Argenton** (contrôle des travaux de superstructure); — **même ligne, section d'Argenton à La Châtre** (études et travaux); **Le Blanc à Argent** (contrôle des études et travaux).

Dép. : Cher, Indre, Loir-et-Cher, Vienne.

MM. Faure (Eugène) ✻ (I A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Tours.

Ingénieurs ordin. { Legay, 2e classe, *d. n.* . . . . Blois.
Guibert (Maurice-Aristide), 2e classe . . . . . . } Châteauroux.
Constantin, 2e classe, *d. n.* . . . . }
Antin, 2e classe, *d. n.* . . . . Poitiers.

Conducteurs :

Baudouin, ppal, *d. n.* *Tours.*	Boulanger (L.), 1re cl. *Châteauroux.*	Jusseaume, 2e cl. *d. n* *Tours.*
Renou, ppal, *d. n.* *id.*	Compain, 1re cl. . . *id.*	Domain, 3e cl., *d. n.* *id.*
Aouit, 1re cl. *d. n.* *id.*	Nadalet, 2e cl. . . . *Argenton.*	Marazel, 4e cl. . . . *Châteauroux.*
Blochet, 1re cl. . . *Cluis.*	Richen, 2e cl. . . *La Châtre*	Volant, 4e cl. . . . *id.*

Commis :

Peyraud, 2e cl. . . *Argenton.*	Hupon, 3e cl., *d. n.* *Tours*	Mallet, 4e cl. . . . *Cluis.*
Ribert, 2e cl., *d. n.* *Tours.*	Amillet, 4e cl. . *La Châtre.*	

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne d'Étampes à la ligne d'Argent à Beaune-la-Rolande** (études).

Dép. : Loiret, Seine-et-Oise.

MM. Heude ✻ (I A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Orléans.

Ingénieurs ordin. { Regimbeau ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.
Liévin, 1re classe, *d. n.* . . . . Pithiviers.

Conducteurs :

Mercier, 1re cl. . . . *Etampes.*	Yvon, 3e cl., *d. n.* *Orléans.*	Jardeaux, 4e cl. *d. n.* *Pithiviers.*
Boulard, 2e cl., *d. n.* *Orléans.*	Bliez, 4e cl. . . . *Etampes.*	Perdrisat, 4e cl. . . *id.*
Jouvion, 2e cl., *d. n.* *Méréville.*	Chardonneau, 4e cl. *Pithiviers.*	

Commis :

Clergeon, 1re cl. . *Paris.*	Gabillard, 2e cl. . *Etampes.*	Martin (J.), 3e cl. . *Orléans.*
Chicoineau, 3e cl. . *id.*	Saviguac, 2e cl. . *id.*	Vannereau, 4e cl. . *Pithiviers.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Felletin à Ussel** (études et travaux); — **Eymoutiers à Meymac** (liquidation d'entreprises).

CONCESSIONS ÉVENTUELLES. — **Lignes de : Felletin à Bourganeuf** (études et travaux). — **Le Dorat à Magnac-Laval** (études).

Dép. : Corrèze, Creuse, Haute-Vienne.

MM. Jullien (Ernest) ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Limoges.

Ingénieur ordin. | Delage, 2e classe, *d. n.* . . . . Limoges.

Conducteurs :

Amann ✻,	1re cl.	*Limoges.*	Balard,	2e cl.	*Felletin.*	Chirouze,	4e cl.	*Le Dorat.*
Dufal,	1re cl.	*id.*	Depoux,	2e cl.	*La Courtine.*	Jay,	4e cl.	*Ussel.*
Duprat,	1re cl.	*Ussel.*	Canaud,	4e cl.	*Felletin.*	Juséo,	4e cl.	*La Courtine.*

Commis :

Py,	2e cl.	*Felletin.*	Ducros,	4e cl.	*Le Dorat.*	Rennetaud,	4e cl.	*La Courtine.*
Legrand,	3e cl.	*id.*	Massoulard,	4e cl.	*La Courtine.*	Tombelaine,	4e cl.	*Felletin.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Civray au Blanc** (études et travaux d'infrastructure); — **même ligne, sections de Civray à Charroux et de Montmorillon au Blanc** (travaux de superstructure); — **même ligne, section de Charroux à Montmorillon** (contrôle des travaux de superstructure); — **Confolens à la ligne de Civray au Blanc** (études et travaux).

Dép. : Charente, Indre, Vienne.

MM. Drouet ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Poitiers.

Ingénieurs ordin. { Labussière (Aimé), Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* Châtellerault.
Laclôtre (✿ A), Cond. 1re cl., *f. f. d'ing. ord. d. n.* · Confolens.

Conducteurs :

Bidot,	2e cl.	*Poitiers.*	Etève,	4e cl.	*Confolens.*
Aveline,	3e cl.	*Confolens.*	Raffy,	4e cl.	*id.*
Brunet,	3e cl.	*Availles.*			

Commis :

Pantrot,	1re cl.	*Confolens.*	Fillancq,	4e cl.	*Confolens.*
Lenoir,	3e cl.	*Availles.*	Souchard,	4e cl.	*id.*
Sudrie,	3e cl.	*Confolens.*			

CONCESSIONS ÉVENTUELLES. — **Lignes de : Ussel à Bort; Bort à Neussargues** (études).

Dép. : Cantal, Corrèze.

MM. Soulié, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Mende.

Ingénieurs ordin. { Boisnier, 2e classe, *d. n.* . . . . Mauriac.
Thibeaud, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ordin.*, *d. n.* . . . . Murat.

Conducteurs :

Bâtisse,	ppal.	*Allanche.*	Gioux,	3e cl.	*Riom-ès-Montagnes.*	Chauvet,	4e cl.	*Riom-ès-Montagnes.*
Allard,	2e cl.	*Murat.*						
Burnol,	2e cl.	*Bort.*	Malroux,	3e cl.	*Condat.*	Sainrame,	4e cl.	*St-Bonnet.*
Rousset,	2e cl.	*Allanche.*				Vidal,	4e cl.	*Mauriac.*

Commis :

Cruèghe,	1re cl. . . .	*Bort.*	Fabre,	3e cl.	*Mauriac.*
Eyraud,	1re cl. . . .	*Murat.*	Lebert,	3e cl.	*Murat.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Ribérac à Parcoul** (études); — **Aurillac à St-Denis; Cahors à Capdenac; Nontron à Sarlat, avec embranchement d'Hautefort au Burg-Allassac; Embranchement de la ligne de St-Denis au Buisson sur Gourdon** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **Montauban à Brive : section de Montauban à Cahors** (études et travaux d'infrastructure et de superstructure); — **même ligne, section de Cahors à Brive** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **St-Denis au Buisson, section de St-Denis à Souillac** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **même ligne, section de Souillac au Buisson** (études et travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Ribérac à Périgueux** (liquidation d'entreprises).

Dép. : Cantal, Corrèze, Dordogne, Lot, Tarn-et-Garonne.

MM. Chastellier ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Périgueux.

Ingénieurs ordin.:

Ingénieurs ordin.	Boulzaguet, Cond. de 1re cl., *f. f. d'ing. ordin.*	Brive.
	Mesnager, 2e classe	Périgueux.
	Soubzmaigne ✻, Sous-Ingénieur, *d. n.*	Bergerac.

Conducteurs :

Bonnet,	ppal.	*Périgueux.*
Bussière,	ppal.	*Excideuil.*
Desbordes,	ppal.	*Rafaillac.*
Duteil,	ppal.	*Brive.*
Gillet,	ppal.	*Sarlat.*
Leyrit,	ppal.	*Gourdon.*
Valat,	ppal.	*Souillac.*
Bosc,	1re cl.	*Périgueux.*
Caillasson (J.),	1re cl.	*id.*
Castet,	1re cl.	*id.*
Durand,	1re cl.	*id.*
Merle,	1re cl.	*Montignac.*
Cantecor,	2e cl.	*Raffaillac.*
Delzon,	2e cl.	*Périgueux.*
Farguès,	2e cl.	*id.*
Gros,	2e cl.	*Brive.*
Saint-Avit,	2e cl	*Boisseuilh.*
Serres,	2e cl.	*Condat.*
Béronie,	3e cl.	*Montignac.*
Bouyssonnie,	3e cl.	*Vars.*
Catusse,	3e cl.	*Sarlat.*
Dantrement,	3e cl.	*Brive.*
Duba,	3e cl.	*Toulouse.*
Dussenty,	3e cl.	*Hautefort.*
Ferrand,	3e cl	*Brive.*
Granger,	3e cl.	*La Villedieu*
Lagarde,	3e cl	*Boisseuilh*
Mangot,	3e cl	*La Villedieu*
Maurice,	3e cl.	*id.*
Arnaud,	4e cl.	*Gourdon.*
Augière,	4e cl. *d. n.*	*Bergerac.*
Bellugue,	4e cl.	*id.*
Caillasson (Jos.),	4e cl.	*Gourdon.*
Composieu,	4e cl.	*St-Géniès.*
Deloupe.	4e cl.	*Périgueux.*
Duburg,	4e cl.	*Hautefort.*
Dupuy (R.),	4e cl.	*Bergerac.*
Garrigou,	4e cl.	*Hautefort.*
Mazel,	4e cl.	*Thiviers.*
Mouton,	4e cl.	*Périgueux.*
Peyrot,	4e cl.	*Vars.*
Puymartin,	4e cl.	*Sarlat.*

Commis :

Chillaud (J.),	1re cl.	*St-Géniès.*
Pagé,	1re cl.	*Sarlat.*
Deschamps,	2e cl.	*Périgueux.*
Doursenot,	2e cl.	*id.*
Eyssartier,	2e cl.	*id.*
Gravier,	2e cl.	*id.*
Ramond,	2e cl.	*Toulouse.*
Soubirou,	2e cl.	*Condat.*
Therminarias (E.),	2e cl.	*La Villedieu*
Trémouille,	2e cl.	*Sarlat.*
Bélingard,	3e cl.	*Périgueux.*
Cavarrot,	3e cl.	*Souillac.*
Céron,	3e cl.	*Hautefort.*
Dayre,	3e cl.	*Périgueux.*
Chillaud (E.),	4e cl.	*Thiviers.*
Daynac,	4e cl.	*St-Géniès.*
Garabige,	4e cl.	*Brive.*
Houssard,	4e cl.	*La Villedieu*
Lesparre,	4e cl.	*Sarlat.*
Marchenoir,	4e cl.	*Boisseuilh.*
Merlet.	4e cl.	*Périgueux.*
Planavergne,	4e cl.	*Gourdon.*
Vauthier,	4e cl.	*Périgueux.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de La Sauve à Eymet** (études et travaux).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Libourne à Langon** (pour moitié) (études).

Dép. : Dordogne, Gironde, Lot-et-Garonne.

MM. Strohl ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Ingénieurs ordin. { Sentilhes (✿ A) (✣ M A), 1re classe, *d. n.* . . . . . / Bonafous ✻ (✣ M A), 1re classe, *d. n.*. . . . . . . / Guibert (Léonce) ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . } Bordeaux.

Conducteurs :

Baumann, ppal. *Bordeaux.*	Vidal, 2e cl. *Monségur.*	Fort, 4e cl. . *La Sauvetat.*
Courret ✻. ppal. *id.*	Barets, 3e cl. *Duras.*	Gervet, 4e cl. . *Monségur.*
Vincens, ppal. *id.*	Cazenave, 3e cl. *Romagne.*	Hittos, 4e cl. . *id.*
Avril, 1re cl. *id.*	Castaing, 3e cl. *Sauveterre.*	Leproux, 4e cl. . *Bordeaux.*
Bessières, 1re cl. *id.*	Campistron (G.), 4e cl. *La Sauve.*	Mettas, 4e cl. . *Frontenac.*
Sarrazin, 1re cl. *id.*	Clavery, 4e cl *Bordeaux.*	Ricaud, 4e cl. . *Bordeaux.*
Gaston, 2e cl. *Sauveterre.*	Flandé, 4e cl. *Landerrouet.*	

Commis :

Brugère, 2e cl. *Sauveterre.*	Audebert, 3e cl. *Bordeaux.*	Gajac. 3e cl. *Bordeaux.*
Descot, 2e cl. *La Sauvetat.*	Battin, 3e cl. *id.*	Bazouin, 4e cl. *Monségur.*
Duburg, 2e cl. *Bordeaux.*	Bourdongle, 3e cl. *id.*	Chabanne, 4e cl. *Bordeaux.*
Fanguiaire, 2e cl. *id.*	Cazaentre, 3e cl. *Sauveterre.*	Dumas, 4e cl. *id.*
Nouzarède, 2e cl. *id.*	Courtès, 3e cl. *La Sauve.*	Lugardon, 4e cl. *Sauveterre.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Limoges à Brive, par Uzerche Montluçon à Eygurande; Saint-Sébastien à Guéret; Marmande à Angoulême; Confolens à Exideuil** (liquidation d'entreprises et règlement d'affaires contentieuses); — **Laqueuille au Mont-Dore; Saint-Eloi à Pauniat** (études et travaux); — **Gouttières à Létrade** (contrôle de travaux).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Bussière-Galant à St-Yrieix** (études).

Dép. : Charente, Corrèze, Creuse, Dordogne, Haute-Vienne, Lot-et-Garonne, Puy-de-Dôme.

MM. Draux ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Angoulême.

Ingénieurs ordin.
- Sentilhes (✿ A) (✣ M A), 1re classe, *d. n.* Bordeaux.
- Soubzmaigne ✻, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . . Bergerac.
- Cuënot, 1re classe, *d. n.* . . . . Angoulême.
- Virard, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.* . . . . Limoges.
- Tavera ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Clermont-Ferrand.

Conducteurs :

Lachaise ppal. . . *Angoulême.*	Richet, 2e cl. . . *St-Eloi.*	Paranteau, 3e cl., *d.n.* *Cadillac.*
Martin (J.) (✿ A), ppal. . . *Clermont-Ferrand.*	Amillet, 3e cl. . . *St-Gervais.*	Pardoux, 3e cl. . . *Les Ancizes.*
Barrère, 1re cl. . . *St-Sauves.*	Balland, 3e cl. . . *Angoulême.*	Rigollot, 3e cl. . . *St-Priest-des-Champs.*
Dardant, 2e cl. . . *Limoges.*	Bodiment, 3e cl. . . *Volvic.*	Tuilier, 3e cl. . . *id.*
Giraudet, 2e cl. . . *La Bourboule.*	Boudet, 3e cl . . *Clermont-Ferrand.*	Desmichels, 4e cl. . . *St-Eloi.*
Goursat, 2e cl., *d.n.* *Angoulême.*	Chabrillat, 3e cl. . . *id.*	Dupré, 4e cl. . . *Les Ancizes.*
Maumy, 2e cl. . . *Limoges.*	Fouquet, 3e cl. . . *Volvic.*	Palancade, 4e cl. . . *St-Gervais.*
	Guignard, 3e cl. . *La Bourboule*	Veissier, 4e cl. . . *St-Sauves.*
	Morel, 3e cl., *d.n.* *Ribérac.*	

Commis :

Corre, 2e cl. . *La Bourboule.*	Lajugie, 3e cl. *Limoges.*	Chouet, 4e cl. *La Bourboule.*
Mangon, 2e cl. . *Angoulême.*	Charbonniéras, 4e cl. *Angoulême.*	Riffaud, 4e cl. *Angoulême.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Tonneins à Villeneuve-sur-Lot** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Villeneuve-sur-Lot à Falgueyrat** (études).

Dép. : Dordogne, Lot-et-Garonne.

MM. Barre ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Agen.

Ingénieur ordin. | Couturier, 3e classe. . . . . Villeneuve-sur-Lot.

Conducteurs :

Rouzières, ppal . . *Clairac.*	Fabre, 2e cl. . *Monflanquin.*	Cabrolier, 4e cl. . *Cancon.*
Bouchet, 1re cl. . *Villeneuve-sur-Lot.*	Figeac, 2e cl. . *Villeneuve-sur-Lot.*	Dupuy, 4e cl. . *Agen.*
Grosjean, 1re cl. . *Castillonnès*	Girou, 2e cl. . *id.*	
Tripelon, 1re cl. . *Villeneuve-sur-Lot.*	Dussac, 3e cl. . *id.*	
	Nègre, 3e cl. . *Agen.*	

Commis :

Bouyssy, 3e cl. *Clairac.*	Mazorier, 3e cl. *Castillonnès.*	Hébrard, 4e cl. *Villeneuve-sur-Lot.*
Cabantous, 3e cl. *Villeneuve-sur-Lot.*	Paluel-Marmont, 3e cl. . . . . . *Agen.*	
Guérin, 3e cl. *Cancon.*	Castanet, 4e cl. *Monflanquin.*	

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Guéret à La Châtre** (études).

Dép. : Creuse, Indre.

MM. Richou ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Châteauroux.

Ingénieur ordin. | Constantin, 2e classe, *d. n.* . . . . Châteauroux.

Conducteurs :

Mabilat, ppal. . . . . *Châteauroux.* | David, 2e cl. . . . *Châteauroux.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Saint-Aignan-Noyers à Blois** (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Loir-et-Cher.

MM. Revol ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Blois.

Ingénieur ordin. | Legay, 2e classe, *d. n.* . . . . Blois.

Conducteurs :

Buffard, 4e cl., *d. n.* . . . . *Blois.* | Robiquet, 4e cl., *d. n.* . . . . *Blois.*

CONCESSIONS ÉVENTUELLES. — **Lignes de : Tulle à Aurillac; Uzerche à Tulle; Uzerche à Bugeat** (contrôle d'études).

Dép. : Cantal, Corrèze.

MM. Dupin ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Aurillac.

Ingénieurs ordin. { Boulzaguet, Cond. 1re cl., *f. f. d'ing. ordin.*, *d. n.* . . . . . Brive.
Delage, 2e classe, *d. n.* . . . . Limoges.

2° Lignes concédées à la Société générale des chemins de fer économiques.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de Sancoins à Lapeyrouse; La Guerche à Châteaumeillant** (contrôle de travaux).

Dép. : Cher, Allier, Puy-de-Dôme.

MM. Doërr ✱ (I A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Moulins.

Ingénieurs ordin. { Dubreuque ✱, 1re classe, *d. n.* . . . . Saint-Amand.
Lemoine (Armand), 2e classe, *d. n.* . . . . Moulins.

Conducteur :

Cantin, 2e cl., *d. n.* . . . . *Moulins.*

Commis :

Lefebvre, 4e cl. . . . . *Moulins.*

§ 5. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de Bordeaux.

(Gare maritime et voies ferrées des quais de rive droite.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Gironde.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 4e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées chargé du 2e arrondissement du service maritime du département de la Gironde.

Conducteur :

Chopis, 3e cl., *d. n. Bordeaux.*

SURVEILLLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° M. Couëtu, Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer de 1re classe, *d. n*, Bordeaux.

Voies ferrées dans les limites du port.	Surveillance commerciale.
Voies ferrées en dehors des limites du port. .	Surveillance commerciale et police.

2° Les Officiers et Maîtres de port de Bordeaux.

Voies ferrées dans les limites du port.	Police.

Port de Lorient.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département du Morbihan.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 1re circonscription du coutrôle de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Lorient.

Voies ferrées des quais du bassin à flot. . . .	Surveillance commerciale.
Raccordement de la gare maritime avec la gare de Lorient.	Surveillance commerciale et police.

2° L'Officier de port de Lorient.

Voies ferrées des quais du bassin à flot. . . .	Police.

Port de Nantes.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service de la navigation de la Loire, 4e section.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 1re circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Nantes.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Nantes.

Port de Saint-Nazaire.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Loire-Inférieure.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 1re circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau d'Orléans.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et les Conducteurs des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Saint-Nazaire.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Saint-Nazaire.

VII. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU DE PARIS-LYON-MÉDITERRANÉE.

M. SALVA (O ✻), Inspecteur général de 2e classe des Ponts et Chaussées.
DIRECTEUR DU CONTRÔLE, A PARIS.

Bureau de la Direction.

MM. Laurent, cond. ppal.
Sirot (✿ A), id. ppal.
Chabiron, id. 1re cl.
Martin (L.), comm. 1re cl.
Vernède, id. 1re cl.
Aubert, id. 2e cl.
Seguin, id. 3e cl.

Archives centrales.

Jamet (✿ A), contr. (Mines) 3e cl.

§ 1. — CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

M. Weisgerber ✻ (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Monsel, cond. ppal.
Noël, id. 1re cl.
Sachot, id. 1re cl.
Philippon, comm. ppal.
Chanel, comm. 1re cl.
Robert (J.), id. 1re cl.
Gié, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Le Rond, Ing. ord. 2e cl. (P. et Ch.), à Paris.

Leau, cond. ppal . . . . *Auxerre.*
Regnard, id. 1re cl. . . . . *Paris.*
Elquinet, comm. 2e cl. . . . . *id.*
Coat-Salion, id. 4e cl. . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Galliot ✻, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.) d. s., à Dijon.

Bellot, cond. ppal . . . . . . *Dijon.*
Barbe, id. ppal . . . . . . *id.*
Pouard, id. 1re cl. . . . . . *Besançon.*
Nicolas, comm. 3e cl. . . . . *Dijon.*

3ᵉ Arrondissement.

MM. Clarard ✻, Ing. ord. 1ʳᵉ cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Lyon.

Cachet,	cond. 1ʳᵉ cl.	*Lyon.*
Carvès,	id. 1ʳᵉ cl.	*id.*
Michel,	id. 3ᵉ cl.	*id.*
Ravinet,	id. 4ᵉ cl.	*id.*
Ulpat,	comm. 2ᵉ cl.	*id.*
N...,	id.	*id.*

4ᵉ Arrondissement.

MM. Tavera ✻, Ing. ord. 1ʳᵉ cl. (P. et Ch.) *d. s.*, à Clermont-Ferrand.

Lefort,	cond. ppᵃˡ	*Clermont-Ferrand.*
Voret,	id. ppᵃˡ	*id.*
Bourdin,	comm. 3ᵉ cl. .	*id.*

5ᵉ Arrondissement.

MM. Collard, Ing. ord. 1ʳᵉ cl. (P. et Ch.), *d. s.*, à Grenoble.

Tallet,	cond. ppᵃˡ	*Grenoble.*
Tanon-Pélissier,	id. ppᵃˡ	*id.*
Terra,	id. ppᵃˡ	*Annecy.*
Rambond,	comm. 1ʳᵉ cl.	*Grenoble.*
Bernard (C.),	id. 4ᵉ cl.	*id.*

6ᵉ Arrondissement.

MM. Faure (Camille), Ing. ord. 1ʳᵉ cl. (P. et Ch.) à Montpellier.

Ducros,	cond. 1ʳᵉ cl.	*Montpellier.*
Nègre,	id. 2ᵉ cl.	*id.*
Gineste,	comm. 3ᵉ cl.	*id.*

7ᵉ Arrondissement.

MM. Cordier (Gabriel), Ing. ordin. de 2ᵉ cl., *d. s.*, à Marseille.

Beff,	cond. ppᵃˡ	*Avignon.*
Salze,	id. 2ᵉ cl.	*Marseille.*
Audibert,	id. 3ᵉ cl.	*Nice.*
Brouzet,	id. 3ᵉ cl.	*Marseille.*
Monné (Q A),	comm. ppᵃˡ, *d. s.* . . .	*id.*
Rousset,	id. ppᵃˡ, *d. s.* . . .	*id.*
Julien,	id. 4ᵉ cl.	*id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Blandin,	3ᵉ cl.	*Paris.*
Sicard,	3ᵉ cl.	*id.*
Perretier,	3ᵉ cl.	*Dijon.*
Bernard (C.),	3ᵉ cl.	*Lyon.*
MM. Peignes,	3ᵉ cl., *d. s.*	*Clermont-Ferrand.*
Guilhot,	3ᵉ cl. . . .	*Grenoble.*
Caulet,	3ᵉ cl. . . .	*Montpellier.*
Calmels,	3ᵉ cl. . . .	*Marseille.*

---

§ 2. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Pelletan ✱, Ingénieur en chef de 2e classe des Mines, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Carriol, cond. ppal.
Michau, id. 3e cl.
Décba, comm. 2e cl.
Beaupoil, id. 3e cl.
Thibault, id. 3e cl.

1er Arrondissement.

MM. Janet (✪ A) (✰ M A), Ing. ord. 1re cl. (Mines), à Paris.

Maldant, cond. 2e cl. . . . . *Paris.*
Simon, (L) contr. (Mines) 4e cl. . . . *id.*
Dussarps, comm. 3e cl. . . . . *id.*
Postel, id. 3e cl. . . . . *id.*
Pruvost, id. 3e cl. . . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Maison, Ing. ord. 2e cl. (Mines), à Dijon.

Gruet, contr. (Mines) ppal. *Dijon.*
Bouguet, id. (Mines) 1re cl. *Besançon.*
Benoit (✪ I), id. (Mines) 3e cl. *Dijon.*
Hutinel, comm. 2e cl. . . . . *id.*
Tillien, id. 3e cl. . . . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. Laurans, Ing. ord. 1re cl. (Mines), à Lyon.

Lavé ✱, contr. (Mines) ppal. *Rive-de-Gier.*
Merchadier, id. (Mines) 2e cl. *Lyon.*
Berthon, id. (Mines) 3e cl. *id.*
Joseph, comm. ppal . . . . . *id.*
Zech, id. 3e cl. . . . *id.*

4e Arrondissement.

MM. Cuvelette, Ing. ord. 3e cl. (Mines), à Clermont-Ferrand.

Janton, cond. ppal, ... *Clermont-Ferrand.*
Seignobosc, contr. (Mines) 1re cl. . . . . *id.*
Pommier, contr. (Mines) 3e cl. . . . . *id.*
Gritty, comm. 1re cl. . . *id.*

5e Arrondissement.

MM. Primat, Ing. ord. 2e classe (Mines), à Grenoble.

Jourdan (✪ A), contr. (Mines) 2e cl. *Grenoble.*
Morel, id. (Mines) 4e cl. *id.*
Rigal (Gilbert), id. (Mines) 4e cl. *Briançon.*
Lafay, comm. 2e cl. . . . . *Grenoble.*
de Pézenas de Bernardy, comm. 4e cl. *id.*

6e Arrondissement.

MM. Mettrier, Ing. ord. 2e cl. (Mines), à Montpellier.

Feyte, contr. (Mines) ppal. . . . *Montpellier.*
Nicolas, cond. 1re cl. . . . . *id.*
Mauchamp, contr. (Mines) 4e cl. *id.*
Chauvet, comm. 1re cl. . . . . . *id.*

7e Arrondissement.

MM. Genty (Lucien), Ing. ordin. de 2e cl. (Mines), à Marseille.

Issartier (✪ A), contr. (Mines), 2e cl . . . . . . *Marseille.*
Liévin, contr. (Mines), 2e cl . . . . *Nice.*
Gabon, contr. (Mines), 3e cl. . . . . *Marseille.*
Feautrier (✪ A), comm. 2e cl. . . . . *id.*
Castellan, id. 3e cl. . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Colomb, 1re cl. . . . . *Paris.*
N. . . , ... *id.*
Souche, 3e cl. . . . . *Lyon.*
de Casamajor (✪ A), 3e cl. *Montpellier.*
Carbasse, 3e cl. *Marseille.*

Contrôleurs du travail :

MM. Gully, 3e cl. . . . . . *Paris.* | Fosseux, 3e cl. . . . . *Marseille.*

§ 3. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. David (O ✻), Contrôleur général, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

MM. Thébaud, cond. ppal. | Desprès, comm. 2e cl. | Merle, comm. 4e cl.

1re *Circonscription.*	MM. Dellard,	Inspecteur particulier de 2e classe.		Paris.
2e *id.*	d'Ivernois,	Inspecteur principal.		Paris.
3e *id.*	Lacoste,	Inspecteur particulier de 2e classe,		Paris.
4e *id.*	Campana,	*id.*	de 2e classe.	Avignon.
5e *id.*	Laverdet,	*id.*	de 1re classe.	Marseille.

Contrôleur-Comptable :

M. Lagron, 3e cl. . . . . *Paris.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Breton, 2e cl.	Paris.
Bivert (O ✻), 3e cl.	Paris.
Méha ✻, 3e cl.	Paris.
Lévêque, 1re cl.	Paris-Bercy.
Dubrey ✻, 4e cl.	Paris-Bercy.
Chédeville, 2e cl.	Moret.
Haag ✻, 2e cl.	Sens.
Widenborn ✻, 2e cl.	Sens.
Frère ✻, 1re cl.	Corbeil.
Jombert, 1re cl.	Montargis.
Galliot ✻ ✠, 2e cl.	Cosne.
Fermier ✻, 1re cl.	Auxerre.
Progher, 3e cl.	Clamecy.
Deforceville ✻ ✠, 2e cl.	Avallon.
Weber (Jean) ✻, 3e cl.	Montbard.
Rybinski, 2e cl.	Dijon.
Milon, 3e cl.	Dijon.
Guerrin ✻ ✠, 2e cl.	Auxonne.
Dieudonné ✻, 3e cl.	Dôle.
Quétier-Labrière ✻, 2e cl.	Dôle.
Launois ✻, 1re cl.	Besançon.
Gossot, 4e cl.	Besançon.
Sauvageot, 4e cl.	Montbéliard.
Diethelm ✻, 3e cl.	Pontarlier.
Cizaire, 4e cl.	Morteau.
Giat, 1re cl.	Nevers.
de Saint-Didier, 1re cl.	Nevers.
Carbonneau ✻, 2e cl.	Moulins.
Deconais, 2e cl.	Moulins.
Servant, 4e cl.	Saint-Germain-des-Fossés.
Dupuy (Léon), 2e cl., *d. s.*	Gannat.
d'Auzolles, 1re cl.	Clermont-Ferrand.
Grimardias, 1re cl.	Clermont-Ferrand.
Burthon, 3e cl.	Brioude.
Sibille ✻, 2e cl.	Vichy.
Moissonnier, 4e cl.	Thiers.
Müller (T.) ✻, 3e cl.	Autun.
Pialoux, 2e cl.	Paray-le-Monial.
Lemosy, 2e cl.	Chagny.
Yvon ✻, 1re cl.	Chalon-s.-Saône.
Morel ✻, 1re cl.	Mâcon.
Hamon ✻, 2e cl.	Mâcon.
Jaudon, 4e cl.	Louhans.
Ramboz, 3e cl.	Lons-le-Saulnier.
Aureyre, 1re cl.	Roanne.
Aymonin ✻, 3e cl.	Montbrison.
Arnal, 4e cl.	Le Puy.
Chorel, 2e cl.	Saint-Étienne.
Vidal (C.), 3e cl.	Saint-Étienne.
Parmilleux, 1re cl.	Givors.
Del'hôpital ✻, 4e cl.	Tarare.
Masclary ✻, 2e cl.	Lyon-Vaise.
Cornillion ✻, 3e cl.	Lyon-Vaise.
Belbèze, 1re cl.	Lyon-Perrache.
Brosse ✻, 2e cl.	Lyon-Perrache.
Esclangon, 4e cl.	Lyon-Guillotière.
Dupont ✻ ✠, 1re cl.	Lyon-St-Paul.

Commissaires (suite).

MM.	
Leydier, 1re cl.	Lyon-Croix-Rousse
Joudou ✻, 1re cl.	St-Rambert-d'Albon.
Turrier, 2e cl.	Ambérieu.
Donzelle ✻ ♣, 2e cl.	Bourg.
Cadilhac, 4e cl.	Culoz.
Benoit, 3e cl.	Bellegarde.
Bouquant ✻, 2e cl.	Thonon.
Fouques, 1re cl.	Annecy.
Larrieu, 4e cl.	Chambéry.
Séchal, 4e cl.	Modane.
Roche, 3e cl.	Bourgoin.
N.	Voiron.
Révillet, 4e cl.	Grenoble.
Mouchau, 4e cl.	Grenoble.
Jomain ✻, 1re cl.	Gap.
Louche, 4e cl.	Sisteron.
Audibert ✻, 1re cl.	Valence.
Gény ✻ ♣, 3e cl.	Valence.
Linou, 2e cl.	Montélimar.
Poisot, 1re cl.	Avignon.
Vidal (I.), 1re cl.	Avignon.
Poulle, 1re cl.	Tournon.
Poujol, 2e cl.	Privas.
Brunel, 2e cl.	Le Teil.
Chazel, 4e cl.	Langogne.
Pattus, 1re cl.	Alais.
Sirven, 2e cl.	Alais.
Bermont de Vachères, 1re cl.	Montpellier.
Fages, 1re cl.	Lunel.
Deyber ✻, 1re cl.	Nîmes.
Caneil, 2e cl.	Nîmes.
Randon, 2e cl.	Remoulins.
Aillaud, 3e cl.	Tarascon.
Gent, 3e cl.	Arles.
Raffin ✻ ♣, 1re cl.	Marseille.
Pierre (Marius), 2e cl.	Marseille.
Galière, 3e cl.	Marseille.
Imbert ✻, 3e cl.	Marseille.
Danillon, 2e cl.	Toulon.
Daniel ✻, 3e cl.	Toulon.
Martel ✻, 3e cl.	Les Arcs.
Martineau ✻, 1re cl.	Cannes.
Eichacker, 3e cl.	Nice.
Prospéri ✻ ♣, 3e cl.	Nice.
Reynaud de Trets, 1re cl.	Menton.
Combernoux, 2e cl.	Cavaillon.
Bonhoure, 2e cl.	Pertuis.
Gay, 1re cl.	Aix.
Barjavel, 4e cl.	Aix.

INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

ortal (O ✱) (✿ A) Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris, *Adjoint au Directeur.*

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Pestre, cond. 2e cl. | Simonet, comm. 2e cl.

Contrôleur-Comptable :

M. Rebouillat, 3e cl. . . . . *Paris.*

1° Lignes non concédées.

ET TRAVAUX. — **Ligne de Monéteau à Saint-Florentin.**

Dép. : Yonne.

MM. Callon ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Auxerre.

urs ordin. { Breuillé, 2e classe, *d. n.* . . . . | Couvreux, 2e classe, *d. n.* . . . . } Auxerre.

Conducteurs :

ppal, *d. n.* *Auxerre.* | Gaulon, 1re cl., *d. n.* *Auxerre.* | Luzy, 2e cl., *d. n.* *Auxerre.*
ppal, *d. n.* *id.*

Commis :

Renvoizé, ppal, *d. n.* *Auxerre.* | Gabrielle, 3e cl. *d. n.* *Auxerre.*

ES ET TRAVAUX. — **Ligne de St-Georges-de-Commiers à La Mure avec ranchement de La Motte-d'Aveillans à Notre-Dame-de-Vaulx.**

Dép. : Isère.

IM. Rivoire-Vicat ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Grenoble.

ieur ordin. | Collard, 1re classe, *d. n.* . . . . Grenoble.

Conducteur :

Buissière, ppal. . . . . *Grenoble.*

RÔLE D'ÉTUDES. — **Ligne de Nice à Sospel.**

Dép. : Alpes-Maritimes.

I. Aubé ✱ (✿ A) (✡ M A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Nice.

nieur ordin. | Bourgougnon (✿ A), 1re classe, *d. n.* . . . . Nice.

ÉTUDES. — **Lignes de : Digne à Barcelonnette par la Javie et Seyne; — Saint-André à Barcelonnette.**

CONTROLE D'ÉTUDES. — **Ligne de Chorges à Barcelonnette.**

Dép. : Basses-Alpes.

MM. Zurcher ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Digne.

Ingénieurs ordin. { Margaine, 3e classe, *d. n.* . . . . Digne.
Aubert (Henry), 3e classe, *d. n.* . . . . Barcelonnette.

Conducteur :

Giraud, ppal, *d. n.* . . . . *Digne.*

ÉTUDES. — **Ligne de Dunières à la ligne du Cheylard à Yssingeaux.**

Dép. : Haute-Loire.

MM. Gros ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Privas.

Ingénieur ordin. | Populus (Ⓘ A), Cond. 2e cl., *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . Yssingeaux.

2° Lignes concédées à la Compagnie de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Corbeil à Montereau par Melun** (études).

Dép. : Seine-et-Marne, Seine-et-Oise.

MM. Berthet ✻ (Ⓘ I) (✻ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Versailles.

Ingénieur ordin. | Desprez, 1re classe, *d. n.* . . . . Paris.

Conducteurs :

Danne, 1re cl., *d. n.* *Versailles.* | Colomb, 3e cl., *d. n.* *Corbeil.* | Lahure, 4e cl. . . . . . *Paris.*
Jollet, 2e cl., *d. n.* *Montereau.* | Lebas, 3e cl., *d. n.* . *Melun.* |

Commis :

Coquelet, 2e cl., *d. n.* . . . . . . *Paris.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Chagny à Auxonne** (travaux d'infrastructure et de parachèvements, contrôle des travaux de la voie); — **Saint-Loup de la Salle à Beaune** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Côte-d'Or, Saône-et-Loire.

MM. Bonneau du Martray ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Dijon.

Ingénieur ordin. | Nicolas, 1re classe, *d. n.* . . . . Dijon.

Conducteur :

Plénard, ppal, *d. n.* . . . . . . *Chalon.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Triguères à Clamecy** (liquidation des entreprises). — **Auxerre à Gien** (travaux d'infrastructure et bâtiments, contrôle de la voie). — **Cosne à Clamecy; Laroche à Saint-Florentin** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Loiret, Nièvre, Yonne.

MM. Callon ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Auxerre.

Ingénieurs ordin. { Breuillé, 2e classe, *d. n.* . . . . } Auxerre.
Couvreux, 2e classe, *d. n.* . . . . }

Conducteurs :

Boivin, ppal, *d. n.* . . . . *Auxerre.* | Gaulon, 1re cl., *d. n.* . . . . *Auxerre.*
Mégrot, ppal, *d. n.* . . . . *Cosne.* | Luzy 2e cl., *d. n.* . . . . *id.*

Commis :

Renvoizé, ppal., *d. n.* *Auxerre.* | Leu, 3e cl., *d. n.* . . . *Auxerre.* | Fouchère, 4e cl., *d. n.* *Auxerre.*
Gabrielle, 3e cl., *d. n.* *id.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Épinac aux Laumes; Épinac à Velars** (contrôle de travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Côte-d'Or, Saône-et-Loire.

MM. Fontaine (Arthur) (O ✱), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Dijon.

Ingénieur ordin. | Noirot (✪ A), 2e classe, *d. n.* . . . . Beaune.

Conducteurs :

Verpeaux, ppal, *d. n.* *Pont-de-Pany.* | Mutin, 3e cl., *d. n.* *Beaune.* | Clerget, 4e cl., *d. n.* *Dijon.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Besançon à la frontière suisse par Morteau avec embranchement sur Lods** (travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Raccordement de la ligne de Besançon à Morteau à celle de Dijon à Belfort** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Doubs.

MM. Mouret ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Besançon.

Ingénieur ordin. | Laureaux (O ✱ M A), Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . . Besançon.

Conducteur :

Pajot, 3e cl. . . . . *Besançon.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Champagnole à Morez** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure) ; — **Lons-le-Saulnier à Saint-Jean-de-Losne** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure.)

Dép. : Ain, Jura.

MM. Barrand ✻ (✫ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Lons-le-Saulnier.

Ingénieur ordin. | Pernot (✫ M A), Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . . . Lons-le-Saulnier.

Conducteurs :

Besson, 2e cl. . . *Lons-le-Saulnier.*
Schacre, 2e cl. . . *id.*
Chevaux (H.), 3e cl. . . *id.*
Chevaux (J.), 4e cl., *d. n.* *Lons-le-Saulnier.*
Joz, 4e cl., *d. n.* *Bourg.*

Commis :

Bellat, 2e cl. . . . *Lons-le-Saulnier.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Roanne à Chalon-sur-Saône avec embranchement sur Montchanin** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Loire, Saône-et-Loire.

MM. Tourtay ✻ (✪ A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Mâcon.

Ingénieurs ordin.
- Labaye, 1re classe, *d. n.* . . . . Chalon-sur-Saône.
- Lacroix, 3e classe, *d. n.* . . . . Mâcon.
- Lesierre, 3e classe, *d. n.* . . . . Charolles.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Raccordement des lignes de Lyon à Grenoble et de Lyon à Genève, à l'est de la gare de la Mouche; Givors à Paray-le-Monial** (section de Givors à Lozanne) (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Rhône.

MM. Tavernier (Henri) ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Lyon.

Ingénieurs ordin.
- Autonne, 1re classe, *d. n.* . . . . Lyon.
- Canat, 1re classe, *d. n.* . . . . Lyon.

Conducteurs :

Combaz, 3e cl. . . . . *Lyon.* | Sirot, 4e cl., *d. n.* . . . . . *Lyon.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Lure à Loulans-les-Forges** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Haute-Saône.

MM. Bouvaist ✻ (✫ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Vesoul.

Ingénieur ordin. | Nicolle, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . . . Lure.

Conducteur :

Colné, 2e cl., *d. n.* . . . . . *Lure.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Collonges à Divonne-les-Bains** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Ain.

MM. Jacquier ✱ (✱ M A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Bourg.

Ingénieur ordin. | Arnaud (Marius) (✱ M A), 2e classe, *d. n.* . . . . Bourg.

Conducteur :

Couly, ppal, *d. n.* . . . . . *Thonon.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Albertville à Annecy; Cluses à Saint-Gervais et à la frontière suisse** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Haute-Savoie.

MM. Schoendoerffer ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Annecy.

Ingénieurs ordin. { Desroche, 2e classe, *d. n.* . . . . Annecy.
Bourgeois, 3e classe, *d. n.* . . . . Thonon.

Conducteurs :

Gaillard, 2e cl., *d. n.* . . . . *Annecy.* | Lambert, 4e cl., *d. n.* . . . . . *Annecy.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Moutiers a Albertville** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Savoie.

MM. Robert (Joseph) ✱ (✱ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Chambéry.

Ingénieur ordin. | Perceval, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Albertville.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Firminy à Annonay** (études et travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Sathonay à Lyon-Saint-Clair; Lyon à Saint-Etienne par ou près Givors** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Ardèche, Loire, Haute-Loire, Rhône.

MM. Petit ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Lyon.

Ingénieurs ordin. { Canat, 1re classe, *d. n.* . . . .
Clarard ✱, 1re classe, *d. n.* . . . . } Lyon.
Autonne, 1re classe, *d. n.* . . . .

Conducteur :

Charton, 4e cl., *d. n.* . . . . *Lyon.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Givors à Paray-le-Monial** (section de Lozanne à Paray-le-Monial) (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Loire, Rhône, Saône-et-Loire.

MM. Girardon ✻ (🟊 A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Lyon.

Ingénieurs ordin. { Canat, 1re classe, *d. n.* . . . . } Lyon.
Autonne, 1re classe, *d. n.* . . . . } Lyon.

Conducteurs :

Klein, ppal, *d. n.*	*Lyon.*	Bouran, 3e cl., *d. n.*	*Lyon.*
Villefranche. 2e cl., *d. n.*	*id.*	Combaz, 3e cl., *d. n.*	*id.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Ambert à Darsac; Sembadel à Saint-Bonnet-le-Château; Langogne au Puy** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Loire, Haute-Loire, Puy-de-Dôme.

MM. Monnet ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, au Puy.

Ingénieurs ordin. { Vielle (Léopold), 3e classe, *d. n.* . . . . Le Puy.
Reuss, 2e classe, *d. n.* . . . . Saint-Étienne.

Conducteurs :

Gaitte, ppal, *d. n.* . . .	*Saint-Étienne.*	Sklénard, ppal, *d. n.* . .	*Le Puy.*
Picquet, ppal, *d. n.* . .	*Le Puy.*	Feuillerade, 1re cl. . .	*id.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Largentière à Saint-Sernin** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Ardèche.

MM. Gros ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Privas.

Ingénieur ordin. | Vieljeux ✻, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Aubenas.

Conducteur :

Bèvengut, 3e cl., *d. n.* . . . . . *Aubenas.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Crest à Aspres-les-Veynes** (études et travaux d'infrastructure et de superstructure); — **Nyons à Pierrelatte ; Orange à Vaison et au Buis-les-Baronnies** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Hautes-Alpes, Drôme, Vaucluse.

MM. Clerc ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Valence.

Ingénieurs ordin. {
Guiotton, 1re classe, *d. n.* . . . . Montélimar.
Pesselon ✻, Ing. de la Cie P.-L.-M. (en retr.), *f. f. d'ing. ord.* . . . . Valence.
Armand, 2e clsase, *d. n.* . . . . Avignon.
Godard (Thélémaque), 2e classe, *d. n.* . . . . . Valence.

Conducteurs :

Groffe, ppal, *d. n. Montélimar.*	Maisonneuve, 2e cl., *d. n. Valence.*	Valla, 3e cl., *d. n.* . *Valence.*
Chastres, 1re cl. . *Valence.*	Sauvayre, 2e cl., *d. n.* . . *id.*	Hugues, 4e cl., *d. n.* . *Avignon.*
Coutelen, 2e cl., *d. n. Avignon.*	Riéty, 3e cl., *d. n. Montélimar.*	Mathieu (F.), 4e cl., *d. n. Nyons.*

Commis :

Baud, 1re cl. . . . . *Valence.* | Mathieu (J.), 3e cl., *d. n.* . . . *Valence.*

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de La Freyssinouse à Saint-Bonnet** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Hautes-Alpes.

MM. Tavernier (René) ✻, Ingénieur en chef de 2ᵉ classe, *d. n.*, à Gap.

Ingénieur ordin. | Wilhelm, 3ᵉ classe, *d. n.* . . . . Gap.

Conducteurs :

Martin (C.), 1ʳᵉ cl., *d. n.* . . . . . *Gap.* | Perrin, 3ᵉ cl., *d. n.* . . . . *Gap.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Forcalquier à Volx** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure); — **Orange à l'Isle par Carpentras; Traversée du Rhône à Avignon** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Basses-Alpes, Vaucluse.

MM. Dyrion ✻ (I A) (✼ M A), Ingénieur en chef de 2ᵉ classe, *d. n.*, à Avignon.

Ingénieurs ordin.
- N. . . . . Carpentras.
- Dumur (✼ M A), 2ᵉ classe, *d. n.* . . . . Forcalquier.
- Armand, 2ᵉ classe, *d. n.* . . . . Avignon.

Conducteurs :

Finily, 1ʳᵉ cl. . . *Carpentras.* | Gaillac, 3ᵉ cl. . . . . *Avignon.*
Lallement, 2ᵉ cl. . . *Avignon.*

Commis :

Barbe, 2ᵉ cl. . . . . . . *Avignon.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Marseille à Lestaque; Salon à La Calade; Valdonne à la Barque-Fuveau** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Bouches-du-Rhône.

MM. Roucayrol (O ✻) (✼ M A), Ingénieur en chef de 1ʳᵉ classe, *d. n.*, à Marseille.

Ingénieurs ordin.
- Denizet, 1ʳᵉ classe, *d. n.* . . . . Marseille.
- Michel (Tranquille) (I A), 1ʳᵉ classe, *d. n.* . . . . Aix.

Conducteurs :

Bourdon ✻, ppᵃˡ, *d. n.* *Marseille.* | Aragnol, 4ᵉ cl. *d. n.* *Salon.*

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Saint-Jean-du-Gard à Anduze** (contrôle d'études).

Dép. : Gard.

MM. Salles (Alfred) ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Nîmes.

Ingénieur ordin. | Lamothe (✪ A), 1re classe, *d. n.* . . . . Nîmes.

Conducteur.

Maurin, 2e cl., *d. n.* . . . . *St-Jean-du-Gard.*

3° Lignes concédées à la Compagnie des chemins de fer départementaux.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : La Voulte-sur-Rhône au Cheylard; Tournon à La Mastre; Yssingeaux à La Voûte-sur-Loire** (contrôle de travaux).

CONCESSIONS ÉVENTUELLES. — **Lignes de : La Mastre au Cheylard; Le Cheylard à Yssingeaux** (études).

Dép. : Ardèche, Haute-Loire.

MM. Gros ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Privas.

Ingénieurs ordin.
- N . . . . Privas.
- Métour, 2e classe, *d. n.* . . . . Tournon.
- Populus (✪ A), Cond. 2e cl., *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . . Yssingeaux.

4° Lignes concédées à la Compagnie des chemins de fer du sud de la France.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Draguignan à Meyrargues; Draguignan à Grasse** (contrôle d'etudes et travaux).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Draguignan à St-André** (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Basses-Alpes, Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Var, Vaucluse.

MM. Périer (Alexandre) ✻ (✡ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Draguignan.

Ingénieurs ordin.
- Thérel, 2e classe, *d. n.* . . . . Draguignan.
- N . . . . Castellane.

Conducteurs :

Berrutty, 1re cl. . *Draguignan.*	Camous, 3e cl. . *Draguignan.*	Fabre, 3e cl. . . *Draguignan.*
Bourdellon, 3e cl., *d. n.* *Castellane.*		

Commis :

Pasier, 3e cl. . . . *Draguignan.* | Audibert (A.), 3e cl. . . *Draguignan.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Digne à Nice** (section comprise entre Digne et Puget-Théniers) (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Basses-Alpes, Alpes-Maritimes.

MM. Zurcher ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Digne.

Ingénieurs ordin.	Margaine, 3e classe, *d. n.*	Digne.
	N.	Castellane.
	Bonhomme, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . .	Puget-Théniers.

Conducteurs :

Monges, 2e cl., *d. n.* . . . . *Digne* | Michel, 4e cl., *d n* . . . . . *Puget-Théniers.*
Boussier, 3e cl., *d. n.* . . . . *Barrême.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Grasse à Nice; Digne à Nice** (section comprise entre Puget-Théniers et Nice) (contrôle d'études et travaux).

Dép. : Alpes-Maritimes.

MM. Aubé ✻ (✪ A) (✲ M A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Nice.

Ingénieurs ordin.	Pellegrin ✻ (✲ M A), Sous-Ingénieur, *d. n.* . .	Grasse.
	Bonhomme, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . .	Puget-Théniers.
	Guillot, 2e classe, *d. n.*	Nice.

Conducteurs :

Clary, 2e cl. . . . . *Nice.* | Font, 2e cl., *d. n.* . . . *Grasse.*

Commis :

Raveu, 2e cl. . . . . . *Grasse.* | Nevière, 3e cl. . . . . *Nice.*

5° Ligne concédée à la compagnie des chemins de fer des Vaux à Fréjus.

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne destinée à relier les mines de la vallée du Reyran et celle des Vaux à la station de Fréjus** (contrôle des travaux d'infrastructure et de superstructure).

Dép. : Var.

MM. Périer (Alexandre) ✻ (✲ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Draguignan.

Ingénieur ordin. | Thérel, 2e classe, *d. n.* . . . . Draguignan.

§ 5. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port d'Aigues-Mortes.

(Voies situées en dehors des clôtures de la gare d'Aigues-Mortes).

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service ordinaire et maritime du département du Gard.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 5e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau P.-L -M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire chargé de l'arrondissement de l'Ouest du service ordinaire du département du Gard.

Le Conducteur chargé de la 1re subdivision de Nîmes.

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Lunel.

POLICE.

L'Agent des Ponts et Chaussées remplissant les fonctions de Maître de port à Aigues-Mortes.

Port d'Arles - Trinquetaille.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service spécial de la navigation du Rhône.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 5e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché, à la résidence d'Arles. au service de la navigation du Rhône.

Conducteurs :

MM. Klein, ppal, *d.* ✻. . . . . *Lyon.*
Kowalski, 1re cl., *d.* ✻. . . . . *Arles.*
Andron, 2e cl., *d.* ✻. . . . . *Arles.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer à la résidence d'Arles.

Voies établies en dehors de la limite du port.	Surveillance commerciale et police.
Voies et quais dans l'étendue du port.	Surveillance commerciale.

2° L'Officier et le Maître de port d'Arles.

Voies et quais dans l'étendue du port.	Police.

Port de Beaucaire.

(Voies parallèles au canal du Rhône à Cette, et voie de communication reliant la voie principale du quai du canal aux voies de la gare des marchandises de Beaucaire.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service du canal du Rhône à Cette.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 5e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire chargé du 1er arrondissement du canal du Rhône à Cette.
Le Conducteur chargé de la subdivision de Beaucaire.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

Les Commissaires de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Nîmes.

Port de Cette.

(Voies ferrées aboutissant à la gare des marchandises P.-L.-M.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de l'Hérault.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 5e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteurs :

MM. Querbes (Eug.), ppal, *d. s.* . . . . *Cette.* | Querbe (Ern.), 4e cl., *d. s.* . . . . *Montpellier.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

M. Daucan, Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer du réseau du Midi à Cette.

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Cette.

Port de Marseille.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Bouches-du-Rhône.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 5e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

Les Ingénieurs ordinaires des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

Conducteurs :

MM. Euzière, ppal, *d. n.*.... *Marseille.* | Guinard, 2e cl., *d. n.*...... *Marseille.*
Lion, 1re cl., *d. n.*..... *id.*

Commis :

Roux (Albert), 3e cl., *d. n.* *Marseille.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° M. Galière, Commissaire de surveillance administrative de 3e classe, *d. n.*, à Marseille.

Gare du Port-Vieux. Embranchement reliant la gare du Port-Vieux à la gare du Prado (Paris-Lyon-Méditerranée) jusqu'à l'extrémité du tunnel donnant accès dans cette dernière gare	Surveillance commerciale et police.
Voies ferrées des quais du Port-Vieux	Surveillance commerciale.

2° M. Raffin ✻ ✠, Commissaire de surveillance administrative de 1re classe, *d. n.*, à Marseille.

Gare maritime de la Joliette. Embranchement de la Joliette jusqu'à la tête Est du pont sur rails de la rue Guibal, à son entrée dans la gare Saint-Charles (Paris-Lyon-Méditerranée)	Surveillance commerciale et police.
Voies ferrées de la concession du Dock-Entrepôt. Voies ferrées de la Compagnie du Dock-Entrepôt sur les quais de la Joliette, du Lazaret et d'Arenc. Voies ferrées de la gare maritime et du bassin National	Surveillance commerciale.

2° Les Officiers et Maîtres de port de Marseille.

Voies ferrées des quais du Port-Vieux. Voies ferrées de la concession du Dock-Entrepôt. Voies ferrées de la Compagnie du Dock-Entrepôt sur les quais de la Joliette, du Lazaret et d'Arenc. Voies ferrées de la gare maritime et du bassin National	Police.

Port de Saint-Louis-du-Rhône.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Bouches-du-Rhône.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 5e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordin. des Ponts et Chaussées chargé du 2e arrond. du service maritime du département des Bouches-du-Rhône.

Conducteur :

M. Roseron, 1re cl., *d.* *n.* . . . . . . *Port-de-Bouc.*

Commis :

MM. Bouissin, ppal, *d.* *n.* . . . . . . *Marseille.* | Beauchamp, 1re cl., *d.* *n.* . . . . . . *Marseille.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Arles.

POLICE.

Le Maître de port de Saint-Louis-du-Rhône.

§ 6. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DU PORT DE ROANNE
(Canal de Roanne à Digoin).

(Voies des quais en embranchement sur la ligne de Paris à Lyon par le Bourbonnais.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service du canal de Roanne à Digoin.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau de P.-L.-M.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

MM. Rolland de Ravel ✻, Ingénieur ordin. de 1re classe (P. et Ch.), *d. n.*, à Roanne.

Conducteurs :

Chavanis, 1re cl., *d. n.*. . . . . . *Roanne.* | Regouby, 1re cl., *d. n.* . . . . . . *Nevers.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Roanne.

VIII. — LIGNES COMPRISES DANS LE RÉSEAU DU MIDI.

M. LAX (C ✱), Inspecteur général de 2e classe
des Ponts et Chaussées,
DIRECTEUR DU CONTRÔLE, A PARIS.

Bureau de la Direction :

MM. Béquet ✱ (✿ A), cond. ppal. | Terrieux, comm. 4e cl.
Vidal (L.), id. 3e cl. | Fuchs, id. stag.

§ 1. — CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS.

M. Debray ✱, Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*,
à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Dellestable, cond. ppal. | Nempont, comm. 4e cl.
Petit (E.), comm. ppal. | Perrin, id. 4e cl.
Didelot, id. 2e cl.

1er Arrondissement.

MM. Bernis, Ing. ord., 2e cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Bordeaux.

Brissaud, cond. ppal . . . . . *Bordeaux.*
Pistor, id. ppal . . . . . *id.*
Castets, id. 2e cl. . . . . *Bayonne.*
Chaigneau, comm. 3e cl. . . . . *Bordeaux.*

2e Arrondissement.

MM. Le Cornec ✱, Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Toulouse.

Colombiès, cond. ppal, *d. n.* *Albi.*
Rixens (J.), id. ppal . . . . *Toulouse.*
Delort, id. 2e cl. . . . *id.*
Vieillard, comm. 2e cl. . . . *id.*
Musset, id. 3e cl., *d. n* *id.*

3e Arrondissement.

MM. Faure (Camille), Ing. ord. 1re cl. (P. et Ch.), *d. n.*, à Montpellier.

Favier, cond. ppal . . . . *Carcassonne.*
Banides, id. 1re cl. . . . . *Montpellier.*
Artières, id. 2e cl. . . . . *Millau.*
Daudet, comm. 2e cl. . . . . *Montpellier.*
Deydier, id. 2e cl. . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Denniel, 1re cl. . . . *Paris.* | Bernard (A.), 3e cl., *d. n.* . . . . *Toulouse.*
Flauder, 3e cl. . . . . *Bordeaux.* | Caulet, 3e cl., *d. n.* . . . . . . *Montpellier.*

§ 2. — CONTROLE DE L'EXPLOITATION TECHNIQUE.

M. Colin ✻ (🙰 A), Ingénieur en chef de 2e classe des Ponts et Chaussées, *d. n.*, à Paris.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Grolleau, cond. 2e cl.
Semeley, id. 4e cl.
Chabert, comm. ppal.
Langlois, id. 2e cl.
Vialle, id. 2e cl.

1er Arrondissement.

MM. Nentien, Ing. ord. de 1re cl. (Mines), à Bordeaux.

Cazenave, contr. (Mines) ppal. *Bordeaux.*
Vion, contr. (Mines) 2e cl. *Pau.*
Béatrix, id. (Mines) 4e cl. *Mont-de-Marsan.*
Cauzette, cond. 4e cl. . . . . *Bordeaux.*
Duranton, comm. ppal. . . . *id.*
Labarthe, id. ppal. . . . *id.*

2e Arrondissement.

MM. Caltaux, Ing. ord. de 3e cl. (Mines), *d. n.*, à Toulouse.

Rixens, contr. (Mines) ppal. . . *Toulouse.*
Besombes, id (Mines) 1re cl. . . *id.*
Fortas, comm. 2e cl. . . . . *id.*
Pitté, id. 2e cl. . . . . *id.*

3e Arrondissement.

MM. Mettrier, Ing. ord. de 2e cl. (Mines), *d. n.*, à Montpellier.

Feyte, contr. (Mines) ppal, *d. n.* . . . . . . *Montpellier.*
Finot, id (Mines) 2e cl. . . . . *Prades.*
Guillot, id. (Mines) 2e cl. . . . . *Rodez.*
Mauchamp, id. (Mines) 4e cl., *d. n.* . . . . . . *Montpellier.*
Désaga, comm. 2e cl. . . . . *id.*
Eymar, id. 4e cl. . . . . *id.*

Contrôleurs-Comptables :

MM. Flandé, 3e cl. . . . . *Bordeaux.*
Papaix, 3e cl., *d. n.* . . *Toulouse.*
de Casamajor (🙰 A), 3e cl., *d. n.* *Montpellier.*

Contrôleur du travail.

M. Devendeville, 3e cl. . . . . . . *Toulouse.*

§ 3. CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

M. Armbruster ✱, Contrôleur général, à Paris.

Bureau du Contrôleur général.

MM. Fabre, comm. 2e cl. | Dubord, comm. 4e cl.

1re *Circonscription.*	MM. Piétra-Santa,	Inspecteur principal....		Bordeaux.
2e *id.*	de Goislard de Montsabert,	id.	partic. de 2e cl.	Toulouse.

Contrôleur-Comptable :

M. Beigbeder-Camps, 3e cl. .... *Paris.*

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.

Duprat, 1re cl.	Bordeaux.
Bertrand (Jules), 2e cl., d. s.	Bordeaux.
Lasserre, 3e cl.	Bordeaux.
Bedout, 4e cl.	Bordeaux.
Villemin ✱ ✠ 1re cl....	Marmande.
Dupouy, 2e cl.	Nerac.
Rouyre, 1re cl.	Agen.
Delrieu, 1re cl.	Montauban.
Dehoëy, 1re cl.	Toulouse.
Fauré, 1re cl.	Toulouse.
Gaspard, 1re cl.	Toulouse.
de Tulles ✱. 1re cl.....	Castres.
Tournier (O ✱), 3e cl. ..	Carcassonne.
Gourrague, 4e cl.	Narbonne.
Audié ✱, 3e cl.	Béziers.
Lano, 2e cl..........	Bédarieux.
Mathieu ✱, 1re cl.	Millau.
Reversat, 3e cl.	Saint-Flour.
Chanut, 2e cl.	Paulhan.
Houeix ✱. 2e cl.	Cette.
Dancan, 2e cl., d. s.	Cette.
de Costa ✱, 2e cl.	Perpignan.
Weber. 3e cl.	Cerbère.
Catala ✱. 3e cl.	Foix.
Théron. 3e cl.	Saint-Gaudens.
Debat Ponsan ✱ 3e cl. ..	Montrejeau.
Bouché de Vitray, 1re cl. .	Dax.
Lajoanio, 1re cl.	Bayonne.
Mangin ✱. 1re cl.	Hendaye.
Clarac ✱, 2e cl.	Pau.
Comet, 2e cl.	Mont-de-Marsan.
Dore, 2e cl..........	Tarbes.
Lapeyre, 4e cl.	Auch.

§ 4. — INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX DES LIGNES NOUVELLES.

M. Étienne (Paul) (O ✻) (✿ A), Ingénieur en chef de 1re classe des Ponts et Chaussées, à Paris,

Adjoint au Directeur.

Bureau de l'Ingénieur en chef.

MM. Mignotte, cond. 3e cl. | Léger, comm. 4e cl.

Contrôleur-Comptable :

M. Goutal, 3e cl. . . . . *Bordeaux.*

1° Lignes non concédées.

ÉTUDES ET TRAVAUX. — **Ligne de Moulis au port de Lamarque** (infrastructure et superstructure).

Dép. : Gironde.

MM. Strohl ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Ingénieur ordin. | Sentilhes (✿ A) (✩ M A), 1re classe, *d. n.* . . . . Bordeaux.

ÉTUDES. — **Ligne de Florac aux réseaux existants.**

Dép. : Gard, Lozère.

M. Soulié, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Mende.

Ingénieur ordin. | N.... . . . . Florac.

ÉTUDES. — **Chemin de fer des Pyrénées centrales** (études dans la vallée du Salat).

Dép. : Ariège.

MM. Proszynski ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Foix.

Ingénieur ordin. | Picarougne, 3e classe. . . . . Toulouse.

Conducteurs :

Dieudonné (L.), 3e cl. . . . *Seix.* | Legros, 4e cl. . . . . *Seix.*

ÉTUDES. — **Chemin de fer des Pyrénées centrales** (études dans la vallée d'Aspe).

Dép. : Basses-Pyrénées.

MM. Cadart (Gaston) ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Pau.

Ingénieur ordin. | Delure, 1re classe. Bayonne.

Conducteurs :

Lannes, pp[al]., *d. n.* . . . . *Pau.* | Rousse, pp[al] . . . . *Pau.*

Commis :

Larrabée,	1re cl.	*Pau.*	Malère,	2e cl.	*Pau.*	Bonas,	3e cl.	*Oloron.*
Gaye,	2e cl.	*id.*	Salles,	2e cl.	*id.*			

2° Lignes concédées à la Compagnie du Midi.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Tournemire au Vigan ; Carmaux à Rodez** (section comprise entre l'extrémité de la culée rive droite du viaduc sur le Viaur et Rodez) (études et travaux d'infrastructure contrôle des travaux de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne d'Espalion à la ligne de Rodez à Millau** (études).

Dép. : Aveyron, Gard.

MM. Renardier ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Rodez.

Ingénieurs ordin. { Faure (Camille), 1re classe, *d. n.* . . . . Montpellier.
Mahieu, 2e classe, *d. n.* . . . . Rodez.

Conducteurs :

Bernard,	1re cl.	*Montpellier.*	Henry (T.),	2e cl.	*Montpellier.*	Poujol,	3e cl.	*Le Vigan.*
Deltour,	1re cl.	*Naucelle.*	Henry (J.),	2e cl.	*La Bastide.*	Vidal,	3e cl.	*Rodez.*
Joffre,	1re cl.	*Rodez.*	Marie,	2e cl.	*Sauclières.*	Costes,	4e cl.	*Naucelle.*
Pigneret,	1re cl.	*Le Vigan.*	Revel,	2e cl.	*Rodez.*	Ferrieu,	4e cl.	*id.*
Bardin,	2e cl.	*Montpellier.*	Eybert,	3e cl.	*id.*	Guiraud,	4e cl.	*id.*
Bonnefous,	2e cl.	*Rodez.*	Le Mao,	3e cl.	*id.*	Miquel,	4e cl.	*Rodez.*
Dubernard,	2e cl.	*Aumessas.*	Portal,	3e cl.	*Rodez.*	Saix,	4e cl.	*Le Vigan.*

Commis :

Tuzet,	2e cl.	*Rodez.*	Bonnaud,	3e cl.	*Rodez.*	Solages,	3e cl.	*Le Vigan.*
Abel,	3e cl.	*id.*	Carles,	3e cl.	*id.*	Celor,	4e cl.	*Naucelle.*
Batte,	3e cl.	*Montpellier.*	Gilabert,	3e cl.	*Naucelle.*	Ganivet,	stag.	*Rodez.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Mende à La Bastide** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Lozère.

MM. Soulié, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Mende.

Ingénieur ordin. | Rogie, 3e classe, *d. n.* . . . . Mende.

Conducteurs :

Drizard,	1re cl. .	*Mende.*	Canourgues,	3e cl.	*Allenc.*	Pulicani,	4e cl.	*Mende.*
Balmadier,	2e cl. .	*id.*	Carrère,	3e cl.	*Mende.*	Vernhet,	4e cl.	*id.*
Gresse,	2e cl. .	*id.*	Albaret,	4e cl.	*Chazeaux.*			
Perségol,	2e cl. .	*La Bastide.*	Lacroix,	4e cl.	*La Bastide.*			

Commis :

Jourdan,	1re cl.	*Mende.*	Guilhon,	2e cl.	*Allenc.*	Echaubard,	3e cl.	*Chazeaux.*
Bonhomme,	2e cl.	*id.*	Servant,	2e cl.	*Chazeaux.*	Peytavin (A.),	3e cl.	*Allenc.*
Bringer,	2e cl.	*La Bastide.*	Blanquet,	3e cl	*Mende.*	Gerbal,	4e cl.	*Mende.*
Brousse,	2e cl.	*Mende.*	Delmas,	3e cl.	*id.*			
Fournier,	2e cl.	*id.*	Deltour,	3e cl.	*id.*			

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Castelsarrasin à Beaumont** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Chemin de fer de Ceinture de Toulouse** (études).

Dép. : Haute-Garonne, Tarn-et-Garonne.

MM. Courtois ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Toulouse.

Ingénieur ordin. | Picarougne, 3e classe, *d. n.* . . . . Toulouse.

Conducteurs :

Bordes,	ppal.	*Toulouse.*	Boué,	2e cl. . . .	*Castel-sarrasin.*	Mignonat,	2e cl. .	*Toulouse.*
Coupiac,	ppal.	*id.*				Gouzi,	3e cl. .	*id.*
Lazerges (O A),	ppal.	*id.*	Laurent,	2e cl. . . .	*Toulouse.*	Sizes,	4e cl. .	*Castelsarrasin.*
Aussaresses,	1re cl.	*id.*	Mariani,	2e cl. . . .	*id.*			

Commis :

Daumet (Ch.),	ppal.	*Toulouse.*	Mazellier,	1re cl. . .	*Toulouse.*	Laporte (O A),	2e cl.	*Toulouse.*
Délestan,	1re cl.	*id.*	Bernat,	2e cl. . .	*id.*	Molinier,	2e cl. . .	*id.*

CONCESSION DÉFINITIVE. — **Ligne de Lannemezan à Arreau** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Hautes-Pyrénées.

MM. de Thélin ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Tarbes.

Ingénieur ordin. | Garric, 1re classe, *d. n.* . . . . Tarbes.

Conducteurs :

Carrère (D.), ppal	*Tarbes.*	Ritouret, 3e cl. . .	*Sarrancolin.*
Lacassagne, 3e cl.	*id.*		

Commis :

Alem, ppal . . .	*Arreau.*	Carrère (J.), 2e cl. . .	*Arreau.*	Mounot, 2e cl.	*Sarrancolin.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Carmaux à Rodez** (section comprise entre Carmaux et l'extrémité de la culée rive droite du viaduc sur le Viaur); **Albi à Saint-Affrique** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Aveyron, Tarn.

MM. de Volontat ✻ (✫ M A), Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Albi.

Ingénieur ordin. | Théry, 3e classe, *d. n.* . . . . Albi.

Conducteurs :

Mengnot,	ppal.	*Albi.*	Andrieu,	3e cl. .	*Albi.*	Palaysi,	3e cl. .	*Albi.*
Raucoules,	ppal.	*id.*	Barthe,	3e cl. .	*id.*	Aussenac,	4e cl. .	*id.*
Paradis,	1re cl. .	*id.*	Blatgé,	3e cl. .	*id.*	Fabre	4e cl. .	*Moularès.*
Reynès.	1re cl. .	*St-Affrique.*	Bories,	3e cl. .	*id.*	Ferras,	4e cl. .	*id.*
Gérardin,	2e cl. .	*Albi.*	Imbert,	3e cl. .	*Moularès.*	Marieu,	4e cl. .	*Albi.*
Rey,	2e cl. .	*id.*	Neyrolles,	3e cl. .	*St-Affrique.*			

Commis :

Bousquet,	1re cl.	*Albi.*	Boyer,	2e cl. .	*Albi.*	Saulières,	3e cl.	*Albi.*
Bru,	1re cl.	*id.*	Madaule,	2e cl. .	*id.*	Chivalié,	4e cl.	*id.*
Durand,	1re cl. . . .	*id.*	Cabanès,	3e cl. .	*St-Affrique.*			

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : St-Girons à Oust ; St-Girons à Foix ; Tarascon-sur-Ariége à Ax ; Pamiers à Limoux** (section de Pamiers à la sortie de la gare de Moulin-Neuf); **Lavelanet à Bram** (section de Lavelanet à la sortie de la gare de Moulin-Neuf) (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Ariège, Aude.

MM. Proszynski ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Foix.

Ingénieurs ordin. { Picarougne, 3e classe, *d. n.* . . . . Toulouse.
Barrère, Coud. de 2e cl., *f. f. d'Ing. ord.*, *d. n.* . . . . . . Foix.

Conducteurs :

Casteras,	pp^{al}. . .	*Foix.*	Chaffin,	3e cl. .	*La Bastide-de-Sérou.*	Conrsan,	4e cl.	*Foix.*
Vallier,	pp^{al}. . .	*St-Girons.*	Galy-Carles,	3e cl. .	*Rimont.*	Dedieu,	4e cl.	*id.*
Baron,	1re cl. .	*Seix.*	Marty,	3e cl. .	*Foix.*	Estourné,	4e cl.	*Pamiers.*
Cantegril,	1re cl. .	*La Bastide-de-Sérou.*	Roques,	3e cl. .	*St-Girons.*	Fourcade,	4e cl.	*Foix.*
Lacaze,	1re cl. .	*Foix.*	Stehli,	3e cl. .	*La Bastide-de-Sérou.*	Petit (C.),	4e cl.	*Mirepoix.*
Bibès,	2e cl. .	*Rimont*	Albony,	4e cl. .	*Foix.*	Peyre,	4e cl.	*Chalabre.*
Malon,	2e cl. .	*Lavelanet.*	Barès,	4e cl. .	*id.*	Piquemal,	4e cl.	*Seix.*
Ouradou,	2e cl. .	*Mirepoix.*	Barthe,	4e cl. .	*St-Girons.*	Raulet,	4e cl.	*Foix.*
Rauzy,	2e cl. .	*Chalabre.*	Blanc,	4e cl. .	*Mirepoix.*	Soulié,	4e cl.	*Toulouse.*
Boursican,	3e cl. .	*Seix.*						

Commis :

Ferrier,	1re cl.	*St-Girons.*	Bénazet.	3e cl.	*Foix.*	Sermet,	3e cl.	*Rimont.*
Bousquet,	2e cl.	*id.*	Nabonne,	3e cl.	*Lavelanet.*	Bonnassies,	4e cl.	*Foix.*
Bauzil,	3e cl.	*La Bastide-de-Sérou.*	Paillasse,	3e cl.	*Seix.*			

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Pamiers à Limoux** (section comprise entre la sortie de la gare de Moulin-Neuf et Limoux); **Lavelanet à Bram** (section comprise entre la sortie de la gare de Moulin-Neuf et Bram); **Quillan à Rivesaltes** (section comprise dans le département de l'Aude) (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Aude.

MM. Bouffet (O ✻), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Carcassonne.

Ingénieur ordin. | Cornac ✻, 1re classe. . . . . Carcassonne.

Conducteurs :

Evrot,	pp^{al}.	*Carcassonne.*	Castel (P.),	3e cl.	*Axat.*	Masson,	3e cl.	*Axat.*
Castel (J.),	1re cl.	*id.*	Chausse,	3e cl.	*id.*	Chiffre,	4e cl.	*Carcassonne.*
Dupeyron,	1re cl.	*Quillan.*	Falcou,	3e cl.	*Carcassonne.*	Rougé,	4e cl.	*Quillan.*
Rancoule,	1re cl.	*Carcassonne.*	Fournié,	3e cl.	*Axat.*			
Maurel,	2e cl.	*id.*	Martin (E),	3e cl.	*Quillan.*			

Commis :

Paye,	2e cl.	*Carcassonne.*	Touffine,	2e cl.	*Carcassonne.*	Tisseyre,	3e cl.	*Carcassonne.*
Rech,	2e cl.	*id.*	Montagner,	3e cl.	*id.*	Bousquet,	4e cl.	*id.*
Tardieu,	2e cl.	*id.*						

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Elne à Arles-sur-Tech; Prades à Olette; Quillan à Rivesaltes** (section comprise entre la limite des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales et Rivesaltes) (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

Dép. : Pyrénées-Orientales.

MM. Reynès ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Perpignan.

Ingénieurs ordin. { Drogue, 1re classe. Perpignan.
Gay, Cond. ppal, *f. f. d'ing. ord.*, *d. n.* . . . . Prades.

Conducteurs :

Desperret, ppal . . *Estagel.*	Debats, 3e cl. *Cases-de-Pène.*	Ruel, 3e cl.
Bouchède, 1re cl. . *Perpignan.*	Eusèbe, 3e cl. *Perpignan.*	Deslètre, 4e cl. *Perpignan.*
Chorin-Dominel, 1re cl. . *Amélie-les-Bains.*	Garnier(J.), 3e cl. *Estagel.*	Fort, 4e cl. *Villefranche.*
de Noëll, 2e cl. *Villefranche.*	Laudié, 3e cl. *Perpignan.*	Garnier(L.), 4e cl. *Estagel.*
Sordes, 2e cl. . *Perpignan.*	Marquier, 3e cl. *Cases-de-Pène.*	Raynal, 4e cl. *Prades.*
	Py, 3e cl. *Estagel.*	Traversac, 4e cl. *Perpignan.*

Commis :

Guizonnier, 2e cl. *Perpignan.*	Péronne, 3e cl. *Estagel.*	Barragué, 4e cl. *Amélie-les-Bains.*
Armangau, 3e cl. *id.*	Toubert (J.), 3e cl. *Cases-de-Pène.*	Rolland, 4e cl. *Prades.*
David, 3e cl. *Prades.*		
Foulc, 3e cl. *Perpignan.*		

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Ligne de Mazamet à Bédarieux; Rectification de la ligne de Graissessac à Béziers** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne d'Estréchoux à Castanet-le-Haut** (études).

Dép. : Hérault, Tarn.

MM. Parlier (O ✱) (✱ M A), Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Montpellier.

Ingénieur ordin. | Aroles, 2e classe, *d. n.* . . . . Montpellier.

Conducteurs :

Farail, 1re cl. . *Olargues.*	André, 2e cl. . *Olargues.*	Hipert, 2e cl. . *Montpellier.*
Maraval, 1re cl. . *Montpellier.*	Daudet, 2e cl. . *Montpellier.*	Rossano, 3e cl. . *id.*

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de Libourne à Langon** (pour moitié (études).

Dép. : Gironde.

MM. Strohl ✱, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Ingénieur ordin. | Bonafous ✱ (✱ M A), 1re classe, *d. n.* . . . . Bordeaux.

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Bayonne à St-Jean-Pied-de-Port avec embranchement d'Ossès à St-Etienne-de-Balgorry** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure). — **Raccordement des lignes de Bordeaux à la frontière d'Espagne et de Bayonne à St-Jean-Pied-de-Port.** — **Gare maritime à établir sur les quais de la rive gauche de l'Adour, à Bayonne** (études).

Dép. : Basses-Pyrénées.

MM. Belleville ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Bayonne.

Ingénieur ordin. | Delure, 1re classe, *d. n.* . . . . Bayonne.

Conducteurs :

Arnaud (E.), 1re cl. *St-Jean-Pied-de-Port.*
Beigbeder-Laberguisse, 1re cl. *Bayonne.*
Forgues, 2e cl. *id.*
Etchelle, 4e cl. . . . *St-Jean-Pied-de-Port.*
Jouanicon, 4e cl. . . . *Bayonne.*
Larretche, 4e cl. . . . *id.*

Commis :

Piâa, 1re cl. . . . . . *Bayonne.*
Arnaud (J.), 2e cl. . . . . . *Pau.*
Arnaud (L.), 2e cl . . . . . *Bayonne.*
Duran, 2e cl. . . . . . *id.*
Ibar, 2e cl. . . *Pau.*
Rancezot, 2e cl. . . *Bayonne.*
Rangolle, 2e cl. . . *St-Jean-Pied-de-Port.*
Ollé-Laprune, 3e cl. . . *id.*

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne d'Oloron à Bedous** (études).

Dép. : Basses-Pyrénées.

MM. Cadart (Gaston) ✱, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Pau.

Ingénieur ordin. | Delure, 1re classe, *d. n.* . . . . Bayonne.

Conducteurs :

Adoue, ppal. . . . . *Mauléon.* | Verzat, 2e cl. . . . . *Oloron.* | Canton, 4e cl. . . . . *Oloron.*

Commis :

Ballet, 2e cl. . . . . . *Oloron.* | Dabbadie, 2e cl. . . . *Pau.* | Péhourcq, 3e cl. . . . *Oloron.*

CONCESSIONS DÉFINITIVES. — **Lignes de : Bazas à Eauze; Eauze à Auch; Casteljaloux à Roquefort; Mont-de-Marsan à St-Sever; Dax à St-Sever; Nérac à Mont-de-Marsan ; Condom à Riscle ; Marmande à Casteljaloux** (études et travaux d'infrastructure, contrôle des travaux de superstructure).

CONCESSION ÉVENTUELLE. — **Ligne de St-Sever à Hagetmau** (études).

Dép. : Gers, Gironde, Landes, Lot-et-Garonne.

MM. **Marchat** ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Mont-de-Marsan.

Ingénieurs ordin.
- Devin, Cond. pp^{al}, *f. f. d'Ing. ordin.*, *d. n.* . . . Mont-de-Marsan.
- Vallée, 3e classe, *d. n.* . . . . Dax.
- Troté, 3e classe, *d. n.* . . . . Condom.
- Guibert (Léonce) ✻, 1re classe, *d. n.* . . . . Bordeaux.

Conducteurs :

Barrié, pp^{al}, *d. n.* *Dax.*
Taravant, pp^{al}. *Jègun.*
Carthé, 1re cl. *Eauze.*
Fontagné, 1re cl., *d. n.* *Mont-de-Marsan.*
Pougnas, 1re cl., *d. n.* *Dax.*
Trilhe, 1re cl. *Mont-de-Marsan.*
Aliès, 2e cl. *Auch.*
Ané, 2e cl. *Mont-de-Marsan.*
Baradat (F.), 2e cl. *Montfort.*
Borzecki, 2e cl. *Mont-de-Marsan.*
Paris, 2e cl. *Condom.*
Barbraud, 3e cl., *d. n.* *Bordeaux.*
Belaval, 3e cl. *id.*
Bouveret, 3e cl. *Dax.*
Coret, 3e cl. *Mugron.*
Dubourdieu (L.), 3e cl. *Casaubon.*
Frœmer, 3e cl. *Mézin.*
Guilhaumont (J.) 3e cl. *Condom.*
Lebrun, 3e cl. *Mont-de-Marsan.*
Mandement, 3e cl. *Vic-Fezensac.*
Serres, 3e cl. *St-Sever.*
Tastet, 3e cl. *Villeneuve.*
Chounet, 4e cl. *Condom.*
Desconbès, 4e cl. *St-Sever.*
Dugoujon, 4e cl. *Castèra-Verduzan.*
Fabry, 4e cl. *Lannepax.*
Farthouat (E.), 4e cl. *Bordeaux.*
Labadie, 4e cl. *Mont-de-Marsan.*
Lapeyre, 4e cl. *Gaburret.*

Commis :

Palazot, pp^{al}. *Condom.*
Régert, 1re cl. *Vic-Fezensac.*
Baron, 2e cl *Gabarret.*
Bonidan, 2e cl. *Casaubon.*
Castaing, 2e cl. *Bordeaux.*
Caussimont, 2e cl. *id.*
Garrapit, 2e cl. *Villeneuve.*
Guilhaumont (F.) 2e cl. *Bazas.*
Luzarey, 2e cl. *Condom.*
Rivière, 2e cl. *Auch.*
Saint-Jean, 2e cl. *Eauze.*
Viélotte, 2e cl. *Mont-de-Marsan.*
Arboulat, 3e cl. *Lannepax.*
Bessières, 3e cl. *La Bastide-d'Armagnac*
Candau, 3e cl. *Montfort.*
Capuran, 3e cl. *Auch.*
Daraignez, 3e cl. *Condom.*
Dimbernard, 3e cl. *Dax.*
Dubourdieu (H.), 3e cl. *Mont-de-Marsan.*
Dufaut, 3e cl. *Castèra.*
Laborde, 3e cl. *Mont-de-Marsan.*
Lacabanne, 3e cl. *Villeneuve.*
Laspoumadères, 3e cl. *St-Sever.*
Lebrère, 3e cl. *Mugron.*
Mourroux, 3e cl. *St-Sever.*
Noguès, 3e cl. *Eauze.*
Sénac, 3e cl. *Mezin.*
Bastard, 4e cl. *Sos.*
Bleau, 4e cl. *Dax*
Raoux, 4e cl. *Jègun.*
Soclet, 4e cl. *id.*
Tintanné, 4e cl. *Mont-de-Marsan.*

§ 5. — CONTROLE DU CANAL DU MIDI (de Toulouse à Cette), ET DU CANAL LATÉRAL A LA GARONNE (de Toulouse à Castets).

Canal du Midi.

MM. Courtois ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Toulouse.

Ingénieur ordin. | Malterre, 2e classe, *d. n.* . . . . Toulouse.

Conducteur :

Dupeyron, ppal . . . . *Toulouse.*

Commis :

Laporte (✿ A), 2e cl., *d. n.* . . . *Toulouse.*

Canal latéral à la Garonne.

MM. Baumgartner ✻, Ingénieur en chef de 1re classe, *d. n.*, à Agen.

Ingénieurs ordin.	Burger ✻, 1re classe, *d. n.*	Toulouse.
	Monribot, Cond. de 1re cl., *f. f. d'Ing. ordin.*, *d. n.* . . .	Montauban.
	Eschbach ✻, 1re classe, *d n.*.	Agen.
	Sentilhes (✿ A) (✮ M A), 1re classe, *d. n.*.	Bordeaux.

Conducteurs et Commis :

Les Agents attachés au service de la navigation de la Garonne.

---

6. — VOIES FERRÉES DES QUAIS DES PORTS MARITIMES DE COMMERCE.

Port de Bayonne.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime des départements des Landes et des Basses-Pyrénées.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 1re circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Trouillet, 4e cl. . . . . *Bayonne.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Bayonne.

POLICE.

Les Officier et Maître de port de Bayonne.

Port de Bordeaux.

Voies de la gare maritime de Brienne à partir de l'alignement des façades du quai de Paludate ; — Voies des quais de la rive gauche de la Garonne et du bassin à flot (chemin de fer du Midi.) ; — Voies du raccordement de la gare Saint-Louis avec les docks et quais du port (chemins de fer du Médoc.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de la Gironde.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 1re circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingén. ordin. des Ponts et Chaussées chargé du 2e arrondissement du serv. marit. du département de la Gironde.

Conducteur :

M. Bert, ppal., *d. n.* *Bordeaux.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° M. Lasserre, Commissaire de surveillance administrative de 3e classe, *d. n.*, à Bordeaux.

Voies ferrées dans les limites du port . . . . | Surveillance commerciale.

2°. M. Duprat, Commissaire de surveill. administrative de 1re cl., *d. n.*, à Bordeaux.

Voies ferrées en dehors des limites du port. . | Surveillance commerciale et police.

3° Les Officiers et Maîtres de port de Bordeaux.

Voies ferrées dans les limites du port. . . . . | Police.

Port du Boucau.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime des départements des Landes et des Basses-Pyrénées.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 1re circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port de Bayonne.

Conducteur :

M. Favier, 1re cl. *d. n.* . . . . *Bayonne.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Bayonne.

POLICE.

Les Officier et Maîtres de port de Bayonne et du Boucau.

Port de Cette.

(Voies établies sur le côté Nord du bassin de la Compagnie du Midi dans la longueur de ce bassin, entre le mur de quai et la 1re ligne de hangars; voies établies en dehors des clôtures du chemin de fer sur le côté sud du bassin de la Compagnie du Midi et sur les terre-pleins du canal maritime; à l'intérieur des clôtures, les deux premières voies situées sur le bord du bassin jusqu'au droit de son extrémité Est.)

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département de l'Hérault.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire des Ponts et Chaussées attaché au service du port.

Conducteur :

M. Chevalier, 1re cl., *d. n.* . . . . . . *Cette.*

SURVEILLANCE COMMERCIALE.

M. Daucan, Commissaire de surveillance administrative de 2e cl., *d. n.*, *Cette.*

POLICE.

Les Officiers et Maîtres de port de Cette.

Port de Port-Vendres.

Ingénieur en chef du Contrôle.

L'Ingénieur en chef chargé du service maritime du département des Pyrénées-Orientales.

CONTRÔLE COMMERCIAL.

L'Inspecteur de la 2e circonscription du contrôle de l'Exploitation commerciale du réseau du Midi.

CONTRÔLE TECHNIQUE.

L'Ingénieur ordinaire et le Conducteur des Ponts et Chaussées attachés au service du port.

SURVEILLANCE COMMERCIALE ET POLICE.

1° Le Commissaire de surveillance administrative des chemins de fer en résidence à Cerbère.

Voies des quais	Surveillance commerciale.
Raccordement des voies des quais avec la ligne de Port-Vendres en Espagne	Surveillance commerciale et police.

2° Les Officier et Maître de port de Port-Vendres.

Voies ferrées des quais	Police.

Contrôleurs des Mines :

Lussac, pp[al]. . . . . *Alger.*
Drot, 1[re] cl. . . . . *id.*
Espérandieu, 1[re] cl. . . . . *Bône.*
Chaudoreille, 2[e] cl. . . . . *Constantine.*
Grand, 2[e] cl. . . . . *Tébessa.*
Deleuze, 4[e] cl. . . . . *Oran.*
Dérion, 4[e] cl. . . . . *Alger.*
Foulquier, 4[e] cl. . . . . *Constantine.*
Savry, 4[e] cl. . . . . *Tlemcen.*

3° CONTROLE DE L'EXPLOITATION COMMERCIALE.

MM. Bernard ✻ (🙰 I), Contrôleur général, à Paris.

Inspecteur principal, | Bassaget (✩ M A). . . . . Constantine.
Inspecteurs particuliers, { Roch ✻, 1[re] classe. . . . . Alger.
Lescure, 2[e] classe. . . . . Oran.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM.
Vidal (E.), 2[e] cl. . . . . . . *Oran.*
Petit-Guyot, 1[re] cl. . . . . . *Perrégaux.*
Francart, 1[re] cl. . . . . *Relizane.*
Petit, 4[e] cl. . . . . *Saïda.*
Bézelgues, 1[re] cl. . . . . . . *Sidi-Bel-Abbès.*
Sizes, 1[re] cl. . . . . *Alger.*
Degand, 4[e] cl. . . . . *Blida.*
Jochem, 3[e] cl. . . . . *Orléansville.*
Ferret ✻, 3[e] cl. . . . . *Ménerville.*
Pianelli, 1[re] cl. . . . . *Constantine.*
Royer ✻ ✠, 2[e] cl. . . . . . . *Philippeville.*
Siès ✻, 1[re] cl. . . . . *Bône.*
Acloeque, 1[re] cl. . . . . *Bougie.*
Toussard, 4[e] cl. . . . . *Sétif.*
Saux, 3[e] cl. . . . . *Batna.*
Daunis, 3[e] cl. . . . . *Souk-Ahras.*

4° INSPECTION ET CONTROLE DES ÉTUDES ET TRAVAUX
DES LIGNES NOUVELLES.

Compagnie de l'Ouest algérien.

CONCESSIONS ÉVENTUELLES. — **Lignes de Berrouaghia à Boghari** (contrôle d'études et travaux). — **Boghari à Laghouat** (contrôle d'études de superstructure).

MM. Godard (Louis) ✻ (🙰 A) (✩ MA), Ingénieur en chef de 2[e] classe, *d. n.*, à Alger.

Ingénieur ordin. | Picard (Édouard), 1[re] classe, *d. n.* . . . . Alger.

Conducteur :

Blondeau, pp[al] . . . . *Médéa.*

Ligne de Tlemcen à Lalla-Maghnia et à la frontière du Maroc (contrôle d'études).

MM. Getten ✻, Ingénieur en chef de 2[e] classe, *d. n.*, à Oran.

Ingénieur ordin. | Prat, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Tlemcen.

---

§ 2. — CHEMINS DE FER DE LA CORSE.

1° Études et travaux et contrôle des travaux des lignes nouvelles.

ÉTUDES ET TRAVAUX. — **Lignes de : Bastia à Corte. — Mezzana à Corte.**

CONTRÔLE D'ÉTUDES ET TRAVAUX. — **Ligne de Casamozza au Fium'Orbo** (1re section de la ligne de Cazamozza à Bonifacio). (*D'après une convention approuvée par la loi du 19 décembre 1883, la Compagnie des ch. de fer départementaux s'est engagée, à titre ferme, à construire cette ligne*).

MM. Biraben ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Ajaccio.

Ingénieurs ordin. { Pinelli (A.) (✿ A), Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Ajaccio.
Delpit (✣ M A), 2e classe, *d. n.* . . . . Bastia.

Conducteurs :

Puccinelli (✣ M A), ppal. . . *Bastia.* | Appietto, 4e cl. . . . . . . *Ajaccio.*

Commis :

Gonnot, 2e cl. . . . . *Bastia.* | Oliva, 2e cl. . . . . *Ajaccio.*
Lodovici, 2e cl. . . . . *Ajaccio.* | Orticoni (F.), 3e cl. . . . *id.*

2° Contrôle des lignes en exploitation.

CONTROLE DE LA VOIE ET DES BATIMENTS ET CONTROLE TECHNIQUE.

MM. Biraben ✻, Ingénieur en chef de 2e classe, *d. n.*, à Ajaccio.

Ingénieurs ordin. { Delpit (✣ M A), 2e classe (P. et Ch.), *d. n.* . . . . . Bastia.
Pinelli (A) (✿ A), Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Ajaccio.
Dumoulin, Sous-Ingénieur, *d. n.* . . . . Calvi.

Conducteurs des Ponts et Chaussées :

Puccinelli (✣ MA), ppal, *d. n. Bastia.* | Crudeli, 2e cl., *d. n.* . . . . . *Calvi.*
Susini, 1re cl. . . . . *id.* | Carboni, 4e cl., *d. n.* . . . . *Ajaccio.*

Contrôleur des Mines :

Perrot, 3e cl. . . . . *Bastia.*

CONTRÔLE COMMERCIAL.

M. Jourdan, Commissaire de surveillance administrative de 3e classe, *chargé des fonctions d'Inspecteur particulier*, à Bastia.

SURVEILLANCE ADMINISTRATIVE.

Commissaires :

MM. N. . . . . *Ajaccio.* à *Corte prov*[t].	Jourdan, 2e cl., *d.* n. . . . . *Bastia.*

---

§ 3. — CHEMINS DE FER TUNISIENS.

(Lignes de la Medjerdah garanties par le Gouvernement français, loi du 26 mars 1877.)

---

6. — TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE,

DES INGÉNIEURS DES MINES.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

IOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE. 2e classe.	INGÉN. ORDINAIRE. 1re classe.	INGÉN. EN CHEF. 2e classe.	INGÉN. EN CHEF. 1re classe.	INSPECT. GÉNÉRAL. 2e classe.	INSPECT. GÉNÉRAL. 1re classe.
(C ✱) (✿ I). .	17 fév. 1829	15 nov. 1850	30 avril 1856	1er sept. 1865	1er juill. 1875	1er juin 1879	1er juill. 1884	23 nov. 1887
de la Goupil- (C ✱)(✿ I). .	28 juill. 1833	15 nov. 1852	5 déc. 1857	1er janv. 1867	16 mai 1877	16 mai 1880	16 avril 1885	16 janv. 1890
d (O ✱) (✿ I).	27 juill. 1827	15 nov. 1846	21 déc. 1852	1er oct. 1875	8 juin 1878	1er juill. 1882	1er avril 1886	*id.*
(O ✱).	24 oct. 1828	15 nov. 1849	30 avril 1856	1er sept. 1865	1er fév. 1874	16 mai 1880	*id.*	14 fév. 1892
x (Edmd) (O ✱).	22 avril 1832	15 nov. 1853	29 déc. 1859	1er août 1867	16 mai 1877	1er juill. 1882	1er nov. 1886	1er avril 1896

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE. 2e classe.	INGÉN. ORDINAIRE. 1re classe	INGÉN. EN CHEF. 2e classe.	INGÉN. EN CHEF. 1re classe.	INSPECT. GÉNÉRAL de 2e classe
1 Peslin ✱ (✪ A)	4 juin 1836	15 nov. 1855	7 fév. 1863	16 juin 1872	1er janv. 1881	1er janv. 1886	14 fév. 1892
2 Vicaire (Eugène) ✱	28 avril 1839	1er nov. 1858	1er janv. 1867	1er oct. 1875	16 juill. 1881	1er juill. 1886	1er août 1894
3 Carnot (O ✱) (✪ I)	27 janv. 1839	1er nov. 1860	1er janv. 1869	1er fév. 1878	1er nov. 1881	25 nov. 1887	13 oct. 1894
4 Aguillon (O ✱)	3 juill. 1842	1er nov. 1863	1er fév. 1874	*id.*	16 juill. 1883	1er juill. 1888	*id.*
5 Keller (O ✱)	21 mars 1837	1er nov. 1858	1er janv. 1867	1er oct. 1875	1er janv. 1881	16 juill. 1884	15 oct. 1896
6 Worms de Romilly (O ✱)	3 janv. 1838	1er nov. 1859	1er août 1867	1er fév. 1878	1er juill. 1882	1er juill. 1888	1er avril 1896

INGÉNIEURS EN CHEF DE PREMIÈRE CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE. 2e classe.	INGÉN. ORDINAIRE. 1re classe.	INGÉN. EN CHEF. 2e classe.	INGÉN. EN CHEF. 1re classe.
nne (O ✱)	5 sept. 1835	15 nov. 1855	7 fév. 1863	1er janv. 1869	8 juin 1878	16 juill. 1883
(O ✱) (✿ I)	11 mai 1840	1er nov. 1859	1er août 1867	16 mai 1877	1er nov. 1881	1er juill. 1886
✱ (✿ A)	12 août 1839	1er nov. 1861	1er mai 1872	1er fév. 1878	1er juill. 1882	1er juill. 1888
rcq ✱	28 fév. 1839	1er nov. 1859	1er août 1867	16 mai 1877	1er nov. 1881	1er août 1889
erdier de Genouillac ✱	9 nov. 1839	1er nov. 1860	1er janv. 1869	1er fév. 1878	1er juill. 1882	*id.*
x ✱	27 août 1837	1er nov. 1858	1er janv. 1867	1er oct. 1875	16 juill. 1881	*id.*
(O ✱)	6 mars 1841	1er nov. 1862	1er mai 1873	1er fév. 1878	16 juill. 1883	1er août 1891
(Michel) (O ✱) (✿ A)	17 août 1844	1er nov. 1864	1er sept. 1874	1er mars 1879	*id.*	*id.*
fond ✱	2 fév. 1844	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
a (Raoul) ✱ (✿ A)	1er déc. 1841	1er nov. 1861	1er mai 1872	1er fév. 1878	1er janv. 1884	1er juill. 1892
eau ✱	18 mai 1840	*id.*	*id.*	*id.*	1er juill. 1882	*id.*
r ✱ (✿ A)	14 janv. 1847	1er nov. 1867	1er oct. 1875	1er juin 1880	16 juill. 1884	*id.*
illé ✱ (✿ A)	16 juin 1846	1er nov. 1865	1er sept. 1874	1er juill. 1879	*id.*	*id.*
in (O ✱)	5 janv. 1833	1er nov. 1857	1er sept. 1866	1er fév. 1874	1er juill. 1885	*id.*
✱ (✿ I)	22 avril 1847	1er nov. 1868	16 mai 1877	16 juill. 1881	1er janv. 1886	1er oct. 1892
urières de Castelnau ✱	8 mai 1849	1er nov. 1870	1er fév. 1878	1er janv. 1883	1er juill. 1888	*id.*
ice ✱	26 sept. 1836	1er nov. 1857	1er sept. 1865	1er fév. 1874	1er juill. 1882	*id.*
Verrier ✱	7 nov. 1849	1er nov. 1869	16 mai 1877	1er juill. 1882	1er juill. 1888	1er juill. 1893
rand (Marcel) ✱ (✿ A)	2 juill. 1847	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	1er mai 1895
and de Grossouvre ✱	23 août 1849	*id.*	*id.*	1er janv. 1883	1er mai 1889	*id.*
Châtelier (Henry) ✱ (✿ A)	8 oct. 1850	1er nov. 1871	1er fév. 1878	*id.*	1er août 1889	1er oct. 1896

— *L'astérisque indique les Ingénieurs en chef qui reçoivent un traitement de 8,000 francs.*

Ingénieurs en chef de première classe (suite).

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉN. ORDINAIRE. 2e classe.	INGÉN. ORDINAIRE. 1re classe.	INGÉN. EN CHEF. 2e classe.	INGÉN. EN CHEF. 1re classe.
22 Lodin ✱	20 mai 1849	1er nov. 1871	1er fév. 1878	1er janv. 1883	1er fév. 1890	1er oct. 1896
23 *Heurteau* (O ✱)	4 juin 1848	1er nov. 1867	1er oct. 1875	16 sept. 1880	1er janv. 1885	*id.*
24 *Clérault* (O ✱)	21 mai 1844	1er nov. 1865	1er sept. 1874	1er mars 1878	*id.*	*id.*

INGÉNIEURS EN CHEF DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉNIEUR ORDINAIRE.			INGÉN. EN CHEF de 2e classe.
			3e classe.	2e classe.	1re classe.	
1 *Chosson* ✱	15 mars 1838	1er nov. 1858	19 fév. 1862	1er janv. 1867	1er fév. 1881	16 juill. 1884
2 *Grand* ✱ (✪ A)	9 mars 1851	1er nov. 1872	1er juill. 1876	1er mars 1879	1er mai 1883	1er mars 1887
3 Wickersheimer ✱	22 fév. 1849	1er nov. 1870	1er juill. 1874	1er juill. 1878	1er janv. 1883	1er fév. 1890
4 Pelletan ✱	15 déc. 1848	*id.*	*id.*	1er fév. 1878	*id.*	1er avril 1890
5 *Amiot* ✱	27 sept. 1847	1er nov. 1868	1er juill. 1872	16 mai 1877	16 juill. 1881	*id.*
6 *Lévy* (*Léon*) (O ✱)	8 avril 1851	1er nov. 1872	1er juill. 1876	1er mars 1879	1er mai 1883	*id.*
7 Ichon ✱	4 mars 1842	1er nov. 1863	1er janv. 1867	1er sept. 1874	1er juill. 1885	1er janv. 1891
8 Boutiron ✱	1er août 1850	1er nov. 1870	1er juill. 1874	1er fév. 1878	1er janv. 1883	*id.*
9 Oppermann ✱	11 janv. 1852	1er nov. 1872	1er juill. 1876	1er mars 1879	1er mai 1883	*id.*
10 Kuss (Henry) ✱ (✪ A)	19 juin 1852	1er nov. 1873	10 avril 1877	1er juin 1880	1er juill. 1885	16 mai 1891
11 Lecornu ✱ (✪ I)	13 janv. 1854	1er nov. 1874	11 avril 1878	16 juill. 1881	1er janv. 1886	1er juill. 1893
12 *Rolland* ✱ (✪ A)	23 janv. 1852	1er nov. 1873	10 avril 1877	1er juin 1880	1er juill. 1885	*id.*
13 Poincaré (O ✱)	29 avril 1854	1er nov. 1875	1er avril 1879	1er juill. 1882	1er janv. 1886	*id.*
14 Lallemand ✱	7 mars 1857	1er nov. 1876	1er avril 1880	1er janv. 1883	1er avril 1888	*id.*
15 Tauzin ✱	3 sept. 1855	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
16 Badoureau ✱ (✪ A)	18 mai 1853	1er nov. 1874	11 avril 1878	16 juill. 1881	1er janv. 1886	1er avril 1895
17 Henriot ✱	20 juill. 1855	1er nov. 1876	1er avril 1880	1er janv. 1883	1er avril 1888	1er oct. 1896
18 Sauvage ✱	16 août 1850	1er nov. 1871	1er avril 1875	1er fév. 1878	1er juill. 1885	*id.*
19 Dougados ✱	6 oct. 1855	1er oct. 1877	1er oct. 1880	16 juill. 1883	1er juill. 1888	*id.*
20 Chesneau ✱	8 janv. 1859	1er oct. 1879	1er nov. 1882	1er juill. 1885	1er août 1891	1er mai 1897
21 Cousin ✱	29 mai 1859	1er oct. 1878	1er oct. 1881	*id.*	1er août 1889	*id.*

Ingénieurs en chef de deuxième classe (suite).

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE ingénieur.	INGÉNIEUR ORDINAIRE. 3e classe.	2e classe.	1re classe.	INGÉN. EN CHEF de 2e classe.
22 *Carcanagues*.	21 janv. 1854	1er nov. 1873	10 avril 1877	1er fév. 1881	1er janv. 1886	1er mai 189[illegible]
23 *Voisin (Honoré)*.	3 déc. 1848	1er nov. 1869	1er juill. 1873	16 mai 1879	1er juill. 1885	*id.*

NGÉNIEURS ORDINAIRES DE PREMIÈRE CLASSE.

OMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE INGÉNIEUR.	INGÉNIEUR ORDINAIRE.		
			3e classe.	2e classe.	1re classe.
Edmond) ✻. . . .	6 fév. 1848	1er nov. 1869	1er juill. 1872	16 mai 1877	1er juill. 1885
ɪ (✪ A)	6 juill. 1855	1er oct. 1877	1er oct. 1881	1er juill. 1885	1er juill. 1888
rel ✻	4 août 1857	1er oct. 1878	*id.*	*id.*	1er août 1889
. . . .	11 juill. 1856	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
er ✻	7 nov. 1858	1er oct. 1879	1er nov. 1882	*id.*	1er août 1891
(Georges).	7 janv. 1859	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
✻.	3 juill. 1859	1er oct. 1880	1er nov. 1883	1er juill. 1886	*id.*
. . . .	22 mars 1856	1er oct. 1877	1er oct. 1880	16 juill. 1883	1er juill. 1893
✻.	5 mai 1860	1er oct. 1880	1er nov. 1883	1er juill. 1886	*id.*
. . . .	14 juin 1859	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
A) (✻ M A)	6 déc. 1861	1er oct. 1881	1er nov. 1884	1er avril 1888	*id.*
ɪxime)	7 mai 1861	1er oct. 1882	1er janv. 1886	1er août 1889	*id.*
ɪy.	19 juill. 1860	1er oct. 1881	1er nov. 1884	1er avril 1888	*id.*
. . . .	7 juill. 1861	1er oct. 1882	1er janv. 1886	1er août 1889	*id.*
. . . .	21 janv. 1858	1er oct. 1880	1er nov. 1883	1er juill. 1886	1er nov. 1894
'rancis).	10 fév. 1861	1er oct. 1881	1er nov. 1884	1er avril 1888	*id.*
. . . .	20 janv. 1863	1er oct. 1882	1er janv. 1886	1er août 1889	1er mai 1895
(Arthur-Léon) ✻ .	3 nov. 1860	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
. . . .	29 sept. 1861	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
ɪn-Lui.	5 mars 1863	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
. . . .	30 nov. 1862	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
. . . .	23 juill. 1862	1er oct. 1883	1er janv. 1887	1er août 1891	1er oct. 1896

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE INGÉNIEUR.	INGÉNIEUR ORDINAIRE.	
			3e classe.	2e classe.
1 Vieira	11 fév. 1844	1er nov. 1866	1er avril 1870	1er oct. 18[illegible]
2 *Luuyt*	24 oct. 1859	1er oct. 1880	1er nov. 1883	1er juill. 18[illegible]
3 *Maître*	12 juill. 1861	1er oct. 1881	1er nov. 1884	1er avril 18[illegible]
4 Babu	4 juill. 1862	1er oct. 1883	1er janv. 1887	1er août 18[illegible]
5 Genty (Lucien)	8 janv. 1862	*id.*	*id.*	*id.*
6 Primat	6 mars 1862	*id.*	*id.*	*id.*
7 Rateau	13 oct. 1863	*id.*	*id.*	*id.*
8 Villain	6 avril 1863	*id.*	*id.*	*id.*
9 Léon	20 mars 1863	*id.*	*id.*	*id.*
10 Focqué	30 juin 1862	1er oct. 1884	1er avril 1888	1er juill. 18[illegible]
11 Chapuy	4 fév. 1863	*id.*	*id.*	*id.*
12 Nadal	27 juill. 1864	*id.*	*id.*	1er juill. 18[illegible]
13 Coste	15 fév. 1864	1er oct. 1885	1er avril 1889	*id.*
14 Lantenois	13 nov. 1863	1er oct. 1884	1er avril 1888	*id.*
15 Prost	29 mai 1864	1er oct. 1885	1er avril 1889	1er nov. 18[illegible]
16 Bernheim	28 sept. 1865	*id.*	*id.*	*id.*
17 Mettrier	5 sept. 1864	*id.*	*id.*	*id.*
18 *Laurent (Théodore)*	18 déc. 1863	*id.*	*id.*	*id.*
19 Bellom (Maurice)	10 août 1865	1er oct. 1886	1er avril 1890	*id.*
20 *Brisse*	6 juill. 1865	*id.*	*id.*	*id.*
21 Maison	25 août 1865	*id.*	*id.*	1er mai [illegible]
22 *de Billy*	9 oct. 1866	1er oct. 1887	1er avril 1891	*id.*
23 Friedel	19 juill. 1865	*id.*	*id.*	*id.*
24 Leproux	5 août 1867	1er oct. 1888	1er avril 1892	1er oct. [illegible]
25 Weiss (Paul)	7 fév. 1867	*id.*	*id.*	*id.*

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE TROISIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	ÉLÈVE INGÉNIEUR.	INGÉNIEUR ORDINAIRE de 3e classe.
d (*Maurice*)	24 sept. 1864	1er oct. 1884	1er avril 1888
	2 avril 1869	1er oct. 1889	1er juill. 1892
r	26 juin 1868	*id.*	*id.*
,	18 mai 1867	*id.*	*id.*
e Verdière	24 fév. 1867	*id.*	*id.*
	8 nov. 1871	1er oct. 1890	1er juill. 1894
	24 oct. 1869	*id.*	*id.*
t	5 janv. 1871	1er oct. 1891	16 oct. 1895
te	3 avril 1869	*id.*	*id.*
y	22 mars 1870	*id.*	*id.*
	29 août 1871	1er oct. 1892	16 déc. 1896
t	26 mars 1871	*id.*	*id.*
t	11 juill. 1871	*id.*	*id.*
	9 déc. 1869	*id.*	*id.*

INGÉNIEURS DES MINES EN RETRAITE.

NOMS.	GRADES.	NOMS.	GRADES.
MM.		MM.	
Benoit ✱	ing. en chef.	Langlois ✱	ing. en chef.
Béral ✱	insp. général.	Laugel	ing. ordinaire.
Bère ✱	ing. en chef.	Laur (O ✱)	insp. général.
Bochet (O ✱)	insp. général.	Leseure ✱	ing. en chef.
Braconnier ✱	ing. ordinaire.	Martelet (O ✱)	ing. en chef.
Castel (O ✱)	insp. général.	Meissonnier (O ✱)	insp. général.
Cumenge ✱	ing en ch. hon.	Meurgey ✱	ing. en chef.
Descottes (O ✱)	insp. général.	Moissenet ✱	insp. gén. hon.
Freycinet (de) (O ✱)	insp. général.	Mussy ✱	ing. en chef.
Gouvenain (de) ✱	ing. en chef.	Noblemaire (C ✱)	ing. en chef.
Jacquot (O ✱), Direct. hon. du serv. cent. de la carte géol. détaillée de la France	insp. général.	Parran ✱	ing. en chef.
Lachat ✱	insp. gén. hon.	Roger ✱	ing. en chef.
Lamé Fleury (O ✱)	insp. général.	Sens ✱	ing. ordinaire.
		Vassart d'Hozier (de) (O ✱).	ing. en chef.

VEUVES D'INGÉNIEURS DES MINES PENSIONNÉES.

NOMS.	GRADES DES MARIS.	NOMS.	GRADES DES MARIS.
Mmes		Mmes	
Bertera	ing. en chef.	Hennezel (de)	insp. général.
Boucheporn (de)	ing. en chef.	Julien	ing. en chef.
Cacarrié	insp. général.	Lebleu	ing. en chef.
Caillon	insp. général.	Le Chatelier	insp. général.
Cizancourt (de)	insp. général.	Lefébure de Fourcy	insp. général.
Debette	ing. en chef.	Massieu	insp. général.
de Clerck	ing. en chef.	Meugy	ing. en chef.
Delesse	insp. général.	Peschart d'Ambly	insp. général.
Dubocq	ing. en chef.	Piérard	insp. général.
du Souich	insp. général.	Rocard	ing. en chef.
Fuchs	ing. en chef.	Roussel-Galle	ing. en chef.
Furiet	ing. en chef.	Tournaire	insp. général.
Gonthier	ing. en chef.	Trautmann	ing. en chef.
Guillebot de Nerville	insp. général.	Vatonne	ing. ordinaire.
Gruner	insp. général.	Ville	insp. général.
Harlé	insp. général.	Villeneuve (de)	ing. en chef.

7. — TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE,

DES CONTROLEURS DES MINES.

CONTROLEURS PRINCIPAUX.

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. de 5e classe ou de 4e classe.	3e classe.	2e classe.	1re classe.	Contrôleur principal.
1 *Dunkel ❋ (O I)	11 avril 1834	4 mai 1855	1 mai 1863	1 juill. 1867	1 juill. 1875	1 janv. 1879
2 *Thomas (Alexandre) ❋	27 mars 1831	31 mars 1857	13 juill. 1864	*id.*	*id.*	*id.*
3 *Labeyrie ❋	17 juin 1836	26 mai 1858	1 juill. 1866	1 sept. 1871	1 juill. 1877	1 juill. 1882
4 *Lavé ❋	21 avril 1834	22 mars 1859	1 juill. 1867	1 juill. 1872	*id.*	*id.*
5 *Albin	16 juill. 1837	18 sept. 1860	*id.*	1 mai 1874	1 mars 1878	1 janv. 1883
6 *Soudan ❋	10 janv. 1832	1 oct. 1866	1 mai 1874	1 mars 1878	1 janv. 1882	1 juill. 1886
7 *Brossette	12 juill. 1842	6 mai 1867	1 juill. 1875	*id.*	*id.*	*id.*
8 Chalot	15 déc. 1832	20 juill. 1860	1 juill. 1870	1 juill. 1875	1 janv. 1881	1 juill. 1886
9 *Repelin	2 juin 1831	27 oct. 1857	1 juill. 1866	1 juill. 1876	*id.*	*id.*
10 *Cazenave	28 sept. 1838	5 nov. 1861	1 juill. 1869	*id.*	*id.*	*id.*
11 *Soyez	5 sept. 1839	16 fév. 1866	1 juill. 1872	1 juill. 1877	*id.*	*id.*
12 *Massin	29 sept. 1838	3 oct. 1861	1 juill. 1870	1 juill. 1876	*id.*	1 juill. 1889
13 *Lefèvre ❋	24 juin 1844	1 avril 1869	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	1 avril 1890
14 Thomas (Hipp.) (O I) (✡ M A)	15 déc. 1847	7 fév. 1874	1 sept. 1877	1 janv. 1880	1 juill. 1883	*id.*
15 *Malplat	28 janv. 1843	1 oct. 1867	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	*id.*
16 *Yvart	13 janv. 1837	2 fév. 1860	1 juill. 1869	1 juill. 1875	1 janv. 1879	1 juill. 1891
17 *Préchey	18 juill. 1841	1 nov. 1868	1 juill. 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	*id.*
18 *Foucault	13 nov. 1838	5 nov. 1861	1 sept. 1871	1 juill. 1877	1 janv. 1882	*id.*
19 Barrier	2 sept. 1837	3 avril 1867	1 juill. 1875	1 janv. 1879	1 janv. 1886	1 avril 1892
20 Fagot	28 déc. 1839	1 déc. 1868	1 juill. 1876	*id.*	1 janv. 1883	1 janv. 1893
21 Feyte	4 août 1840	16 fév. 1870	1 juill. 1877	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
22 Goddard	12 avril 1849	1 janv. 1873	*id.*	*id.*	1 janv. 1884	*id.*
23 Lussac	6 janv. 1836	1 fév. 1866	1 juill. 1875	1 mars 1878	*id.*	*id.*
24 Pondruel	16 nov. 1839	30 mars 1867	1 juill. 1876	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
25 Clavel	26 oct. 1840	1 fév. 1874	1 janv. 1879	1 janv. 1882	1 juill. 1885	*id.*
26 Gruet	12 déc. 1842	6 avril 1872	1 juill. 1877	1 janv. 1880	1 juill. 1886	1 juin 1894
27 Rixens	29 fév. 1848	1 janv. 1874	1 mars 1878	1 janv. 1881	1 juill. 1887	*id.*
28 Mermillod	7 mars 1842	16 fév. 1866	1 juill. 1877	*id.*	1 juill. 1886	*id.*
29 Corriol	6 juin 1837	1 janv. 1873	1 mars 1878	*id.*	1 juill. 1887	*id.*
30 Scheffler	24 juin 1844	12 avril 1872	1 juill. 1877	1 janv. 1880	1 juill. 1885	*id.*
31 Watrin	16 mars 1848	1 mai 1873	1 janv. 1879	1 janv. 1882	1 juill. 1889	1 juill. 1896
32 Vollot	14 janv. 1843	9 juill. 1873	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
33 Hoctin	7 mars 1848	1 mars 1874	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*

NOTA : *L'astérisque indique les Contrôleurs principaux qui reçoivent un traitement de* 3.800 *francs.*

Contrôleurs principaux (suite).

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. de 5e classe ou de 4e classe.	3e classe.	2e classe.	1re classe.	Contrôleur principal.
34 Cuvillier.	2 mars 1841	1 nov. 1871	1 juill. 1877	1 janv. 1880	1 juill. 1886	1 juill. 1894
35 Bertrand (Émile)	10 mai 1840	14 fév. 1874	1 mars 1878	1 janv. 1881	1 juill. 1888	1 avril 1897
36 Radigois (✿ A) (✡ MA). .	4 fév. 1849	1 juill. 1874	1 janv. 1879	1 janv. 1882	1 juill. 1889	*id.*
37 Séris.	27 juin 1849	1 oct. 1876	1 janv. 1880	*id.*	*id.*	*id.*
38 Decressain (✿ A).	3 janv. 1850	1 nov. 1876	*id.*	1 janv. 1883	*id.*	*id.*
39 Pierron	27 juin 1846	15 mai 1874	1 janv. 1879	*id.*	1 avril 1890	*id.*
40 Clère (Georges)	18 mars 1848	9 sept. 1874	*id.*	1 janv. 1884	*id.*	*id.*

CONTROLEURS DE PREMIÈRE CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR de 5e classe ou de 4e classe.	CONTRÔLEUR 3e classe.	CONTRÔLEUR 2e classe.	CONTRÔLEUR 1re classe.
Savreux	23 juill. 1836	15 fév. 1865	1 sept. 1871	1 juill. 1877	1 janv. 1882
Maillon	23 juill. 1852	1 août 1876	1 janv. 1879	1 janv. 1883	1 avril 1890
Pierrat	22 juin 1853	2 févr. 1877	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
Maris	5 janv. 1851	1 juin 1877	1 janv. 1881	1 janv. 1884	*id.*
Bouguet	23 nov. 1847	1 août 1876	1 janv. 1880	*id.*	*id.*
Lesprit	3 mai 1848	1 janv. 1876	1 janv. 1881	*id.*	1 juill. 1891
Espérandieu	20 déc. 1838	1 janv. 1870	1 mars 1878	1 janv. 1881	*id.*
Drot	28 sept. 1846	1 janv. 1877	1 janv. 1881	1 janv. 1884	*id.*
Revel	12 juill. 1854	1 oct. 1878	1 juin 1881	*id.*	*id.*
Seignobosc (Théodore)	24 sept. 1855	1 oct. 1879	1 janv. 1882	1 juill. 1885	*id.*
Cambessédès	4 juill. 1856	1 janv. 1879	*id.*	*id.*	*id.*
Froissardey	9 janv. 1844	15 mai 1869	*id.*	*id.*	*id.*
Galtier	19 sept. 1853	1 janv. 1877	1 janv. 1881	1 janv. 1884	1 janv. 1893
Villet	29 nov. 1847	1 août 1877	1 janv. 1882	1 juill. 1885	*id.*
Bounes	31 mars 1850	1 août 1879	*id.*	*id.*	*id.*
Mathieu (✿ I) (✻ M A)	27 août 1857	1 janv. 1880	1 janv. 1883	1 juill. 1886	*id.*
Goeb (Daniel)	10 juin 1845	1 avril 1880	*id.*	*id.*	*id.*
Poteau (Paul)	29 juill. 1853	1 juill. 1880	*id.*	*id.*	*id.*
Mazagot (✿ A)	6 avril 1844	1 nov. 1877	1 janv. 1882	1 juill. 1885	*id.*
Reboul	17 juin 1851	1 janv. 1879	1 janv. 1883	1 juill. 1886	*id.*
Varin	24 juill. 1854	1 janv. 1880	*id.*	*id.*	*id.*
Pluyette	3 août 1855	1 janv. 1881	*id.*	*id.*	*id.*
Bertharion (✿ A)	9 mars 1857	16 mars 1882	1 juill. 1885	1 oct. 1888	*id.*
Poncelet	9 nov. 1849	1 mai 1877	1 janv. 1880	1 janv. 1883	*id.*
Besombes	18 nov. 1852	1 nov. 1876	1 janv. 1881	1 janv. 1884	*id.*
Coret (✿ A) (✻ M A)	3 mai 1850	1 juin 1877	1 janv. 1882	1 juill. 1885	*id.*
Girod	27 juill. 1857	1 oct. 1880	1 janv. 1884	1 juill. 1888	1 juin 1894
Gouéry	20 avril 1848	1 fév. 1881	*id.*	*id.*	*id.*
Boutes	29 août 1850	1 avril 1880	1 janv. 1883	1 juill. 1886	*id.*
Petitjean	13 nov. 1847	1 juill. 1880	*id.*	*id.*	1 mai 1895
Goëb (Jean)	9 nov. 1851	1 mars 1881	1 janv. 1884	1 juill. 1888	*id.*
Jacquin	25 déc. 1854	1 mars 1880	*id.*	*id.*	1 juill. 1896
Chaumier (✿ I)	11 mars 1855	16 mars 1879	1 janv. 1883	1 juill. 1887	*id.*
Vallet	20 mars 1860	1 avril 1882	1 juill. 1885	1 avril 1890	1 avril 1897
Moreau	4 juin 1858	*id.*	*id.*	1 juill. 1889	*id.*
Fourmond	10 fév. 1855	*id.*	*id.*	1 avril 1890	*id.*
Croisille	23 sept. 1858	1 sept. 1882	1 janv. 1886	1 janv. 1889	*id.*
Péricard	23 avril 1856	16 déc. 1881	1 janv. 1883	1 juill. 1889	*id.*
Hamon (✿ A)	10 oct. 1849	1 avril 1882	1 juill. 1885	*id.*	*id.*

CONTROLEURS DE DEUXIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR de 5e classe ou de 4e classe.	CONTRÔLEUR 3e classe.	CONTRÔLEUR 2e classe.
1 *Auvergne*	9 août 1843	1 avril 1868	1 janv. 1879	1 janv. 1[illegible]
2 Vaillant	27 avril 1852	1 sept. 1877	1 janv. 1882	1 juill. 1[illegible]
3 Gardes	29 déc. 1834	25 oct. 1861	1 juill. 1877	1 avril 1[illegible]
4 Platon	10 juill. 1846	1 mai 1876	1 juill. 1885	1 juill. 1[illegible]
5 Vion	11 oct. 1856	1 juin 1882	*id.*	*id.*
6 Germain	3 juin 1856	1 avril 1882	*id.*	*id.*
7 Liévin	5 nov. 1848	*id.*	*id.*	*id.*
8 Sergère	6 déc. 1858	1 juill. 1882	*id.*	*id.*
9 Vaillot	30 mars 1857	1 fév. 1883	1 juill. 1886	1 avril 1[illegible]
10 Potaux (Charles)	12 oct. 1859	1 mai 1883	*id.*	*id.*
11 Gosse	26 janv. 1856	*id.*	*id.*	1 janv. 1[illegible]
12 Finot	7 sept. 1858	13 nov. 1883	1 juill. 1887	*id.*
13 Fyot	22 avril 1855	1 mai 1883	1 juill. 1886	*id.*
14 Merchadier	21 avril 1858	*id.*	*id.*	*id.*
15 Coste	22 nov. 1849	1 nov. 1883	*id.*	*id.*
16 Chevreul	26 mars 1855	16 mai 1884	1 juill. 1887	*id.*
17 Harbulot	9 mars 1850	1 juill. 1877	1 juill. 1883	*id.*
18 Bolo	17 nov. 1855	23 fév. 1883	1 juill. 1886	*id.*
19 Grand	26 juin 1854	1 août 1883	*id.*	*id.*
20 Ode (✿ A) (✱ M A)	19 nov. 1857	1 déc. 1883	*id.*	*id.*
21 Drouot	2 sept. 1861	1 janv. 1885	1 juill. 1889	1 juin 1[illegible]
22 Papier	14 janv. 1857	16 mai 1884	1 juill. 1887	*id.*
23 Abadie	4 sept. 1862	1 janv. 1885	1 juill. 1889	*id.*
24 Mähl (✿ I)	18 juill. 1859	1 mars 1885	1 oct. 1889	*id.*
25 Bazin	6 sept. 1861	1 mai 1883	1 juill. 1887	1 mai 1[illegible]
26 Guillot	28 avril 1859	16 août 1884	*id.*	1 juill. 1[illegible]
27 Flandrin	4 juill. 1855	1 mai 1883	1 juill. 1886	*id.*
28 Domergue	14 mai 1860	16 nov. 1885	1 avril 1890	*id.*
29 Issartier (✿ A)	4 déc. 1859	1 mai 1883	1 juill. 1887	*id.*
30 Chaudoreille	7 sept. 1857	1 janv. 1884	1 juill. 1888	*id.*
31 Masson	20 nov. 1856	1 mai 1886	1 juill. 1891	1 avril 1[illegible]
32 Coignard	14 oct. 1859	1 déc. 1885	*id.*	*id.*
33 Jourdan (✿ A)	8 fév. 1855	1 fév. 1886	*id.*	*id.*
34 Ravaudet	26 juill. 1859	11 fév. 1887	1 avril 1892	*id.*
35 Marchal	10 déc. 1859	1 déc. 1885	1 juill. 1891	*id.*
36 Rossi	23 juin 1857	1 sept. 1885	1 avril 1890	*id.*

CONTROLEURS DE TROISIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR. de 5e classe ou de 4e classe.	CONTRÔLEUR. 3e classe.
	22 mars 1844	31 mars 1874	1 juill. 1885
I) (1)	25 avril 1857	1 juin 1882	1 juill. 1886
	8 août 1856	15 oct. 1882	*id.*
	23 déc. 1856	1 janv. 1885	1 juill. 1887
	16 déc. 1857	1 mai 1883	1 juill. 1888
✱	26 août 1841	4 avril 1867	1 nov. 1888
A).	16 juill. 1856	1 avril 1886	1 juill. 1891
	10 janv. 1860	1 juill. 1888	1 juill. 1892
ier	8 avril 1862	1 mars 1887	1 janv. 1893
on (A).	1 oct. 1857	16 janv. 1888	*id.*
t	16 fév. 1865	16 fév. 1888	*id.*
	17 sept. 1853	1 juill. 1888	*id.*
	3 août 1861	*id.*	1 juin 1894
	6 sept. 1867	16 nov. 1888	*id.*
ge	9 janv. 1862	1 déc. 1888	*id.*
bosc (Léopold).	1 sept. 1859	1 mars 1889	*id.*
l	18 avril 1858	1 avril 1889	*id.*
ist	20 fév. 1862	*id.*	*id.*
n.	18 juin 1862	*id.*	*id.*
rt (A)	2 déc. 1860	1 mai 1889	
ier	18 juin 1865	1 avril 1890	1 mai 1895
nt.	7 août 1856	1 juin 1891	1 juill. 1896
	21 nov. 1864	*id.*	*id.*
ire.	30 déc. 1856	1 août 1891	*id.*
ges.	21 sept. 1867	*id.*	*id.*
ettes	20 janv. 1865	*id.*	*id.*
ier	9 mars 1860	1 sept. 1891	*id.*
(Adrien)	18 janv. 1867	1 déc. 1891	*id.*
s (Antoine).	26 août 1866	1 avril 1892	1 avril 1897
on.	26 janv. 1864	1 oct. 1892	*id.*
d (Pierre).	15 mai 1860	1 mars 1893	*id.*
n.	3 fév. 1863	*id.*	*id.*
mou.	26 oct. 1868	1 avril 1893	*id.*
ldidier.	4 déc. 1861	1 juin 1888	*id.*

(1) Démissionnaire du 1er janvier 1889 au 31 mars 1891.

CONTROLEURS DE QUATRIÈME CLASSE.

NOMS.	NAISSANCE.	CONTRÔLEUR de 4e classe.
1 Fouré	12 déc. 1864	1 mars 1893
2 Masset	14 mars 1864	1 mai 1893
3 Vandernotte	20 fév. 1870	*id.*
4 Béatrix	28 août 1869	1 juill. 1893
5 Rance	25 mars 1869	*id.*
6 Malaval	15 juill. 1870	1 sept. 1893
7 Roux (Paul)	15 janv. 1869	*id.*
8 Douat	23 nov. 1867	*id.*
9 Terrien	5 août 1865	*id.*
10 *Revellin* (✿ A)	6 fév. 1862	*id.*
11 Mauchamp	4 mars 1867	*id.*
12 Futin	2 oct. 1865	1 oct. 1893
13 Giraudin	13 janv. 1866	1 nov. 1893
14 Dumas (Henri)	26 sept. 1866	*id.*
15 Dérion	6 fév. 1867	1 mars 1894
16 Fourney	29 juin 1867	1 avril 1894
17 Deleuze	6 oct. 1865	1 juill. 1894
18 Morel (François)	3 fév. 1863	*id.*
19 Raynaud	4 sept. 1862	1 août 1894
20 Cloupet	26 juin 1865	*id.*
21 Drut	19 sept. 1871	1 nov. 1894
22 Savry	22 sept. 1865	16 janv. 1895
23 Balteau	28 mars 1873	1 juin 1895
24 Devun	3 oct. 1867	1 juill. 1895
25 Badin	31 déc. 1872	1 oct. 1895
26 Teyssonières	19 oct. 1869	1 janv. 1896
27 Foulquier	22 janv. 1871	*id.*
28 Magalon	22 juill. 1865	1 fév. 1896
29 Balmitgère	25 déc. 1871	1 juill. 1896
30 Simon (Louis)	12 juill. 1867	*id.*
31 Félix	29 janv. 1871	*id.*
32 Desvignes	5 juill. 1873	*id.*
33 Peyronnet	27 juin 1863	1 déc. 1896
34 Lesieur (Louis)	9 août 1871	1 janv. 1897
35 Vaterlot	6 févr. 1869	1 avril 1897
36 Rigal (François)	30 sept. 1866	1 mai 1897
37 Rigal (Gilbert)	27 mai 1870	*id.*

LISTE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQUE

DES

INGÉNIEURS DES MINES.

NOTA. — *Les chiffres inscrits dans la colonne des* Grades et Classes *indiquent la date de la nomination au grade ou celle du dernier avancement.*

Les noms en italique *indiquent les Ingénieurs placés dans une position autre que celle de l'activité.*

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
A			
Aguillon (O ✻). . . .	insp. gén. 2e-1894	Paris	Division du Centre. — Cours à l'École natle supre des mines. — Mission spéciale (étude des questions concernant la législation des mines). — Comm. du grisou. — Comm. des *Ann. des mines.* — Comm. des formules.
Amiot ✻	ing. en ch. 2e-1890	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Comp. des ch. de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.*
Anglès-Dauriac	élève . . . 2e-1896	Paris.	École.
Aubert.	ing. ord. 1re-1894	Amiens	Sous-arrt min. d'Amiens. — Ch. de fer du Nord.
B			
Babu.	ing. ord. 2e-1891	Saint-Etienne. . .	Cours à l'École des mines de Saint-Étienne.
Bachellery.	élève. . . . 3e-1895	Paris.	École.
Badoureau ✻ (🟌 A).	ing. en ch. 2e-1895	Chambéry.	Arrondt minér. de Chambéry.
Bailly	ing. ord. 3e-1894	Reims.	Sous-arrt min. de Reims.
Beaugey ✻	ing. ord. 1re-1893	Paris	Admin. des ch. de fer de l'Etat. — Carte géolog. détaillée de la France.
Béchevel (de) ✻ . . .	ing. ord. 1re-1889	Angers.	Sous-arrt minér. d'Angers.
Bellanger	élève. . . 1re-1896	Paris	École.
Bellom.	ing. ord. 2e-1894	Paris	Secrétariat du Conseil général des mines. — App. à vapeur du dépt de la Seine.
Bernard.	ing. ord. 3e-1888	»	(*Congé renouvelable*). — *Société d'exploration de terrains miniers.*
Bernheim	ing. ord. 2e-1894	Paris.	Ch. de fer de l'Ouest.
Bertrand ✻ (🟌 A). . .	ing en ch. 1re-1895	Paris	Carte géologique détaillée de la France. — Cours à l'École nle supér. des mines. — Commission des *Annales des mines.*
Bès de Berc.	élève. . . 1re-1896	Paris	École.
Billy (de)	ing. ord. 2e-1895	»	(*Congé renouvelable.*)

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Bochet.	ing. ord. 1re-1895	Paris	Appareils à vapeur du départemt de la Seine. — Ch. de fer du Nord. — Carte géologique détaillée de la France.
Boell.	ing. ord. 1re-1895	Paris	Admon des chemins de fer de l'État.
Boutan ✱.	ing. ord. 1re-1885	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Société nouvelle de Kébao.*
Boutiron ✱.	ing. en ch. 2e-1891	Alais	Arrondt min. d'Alais. — École des maitres-ouvriers mineurs d'Alais.
Brisse	ing. ord. 2e-1894	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Cie des chem. de fer de l'Est.*
C			
Caltaux	ing. ord. 3e-1896	Toulouse	Sous-arrt min. de Toulouse-ouest. — Ch. de fer d'Orléans.
Carcanagues.	ing. en ch. 2e-1897	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Comp. des ch. de fer de Paris-Lyon-Méditerranée.*
Carnot (O ✱) (✿ I). .	insp. gén. 1re-1896	Paris	Inspect. et Cours à l'École supérieure nle des Mines. — Commission et service de la Carte géologique détaillée de la France. — Commission des *Annales des Mines.* — Commission du grisou.
Castelnau (de Curières de) ✱.	ing. en ch. 1re-1892	»	(*Congé renouvelable.*) — *Cie des mines de la Grand Combe.*
Champy	ing. ord. 3e-1895	Châlon-sur-Saône.	Sous-arrondt min. de Châlon-sur-Saône.
Chapuy	ing. ord. 2e-1892	Lille.	Sous-arrt min. de Lille. — Ch. de fer du Nord.
Chesneau ✱.	ing. en ch. 2e-1897	Paris	Chem. de fer d'Orléans. — Cours à l'École nat. sup. des Mines. — Comm. du grisou.
Chipart	ing. ord. 3e-1896	Rodez.	Sous-arrondt min. de Rodez.
Chosson ✱	ing. en ch. 2e-1884	»	(*Disponibilité.*)
Clérault (O ✱). . . .	ing. en ch. 1re-1896	*Paris*	(*Congé renouvelable.*). — *Cie des ch. de fer de l'Ouest.* — Commission centrale des machines à vapeur.
Coince ✱	ing. en ch. 1re-1892	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Société des mines de fer de Krivoï-Rog (Russie).*
Colin de Verdière. . .	ing. ord. 3e-1892	Moulins.	Sous-arrt min. de Moulins. — Ch. de fer d'Orléans.
Cornu (O ✱).	ing. en ch. 1re-1891	Paris	Cours à l'École polytechnique. — Comm. des phares.
Coste	ing. ord. 2e-1893	Saint-Étienne. . .	Sous-arrt min. de Saint-Étienne-Ouest. — Carte géologique détaillée de la France.
Cousin ✱	ing. en ch. 2e-1897	Le Mans	Arrt min. du Mans.
Cuvelette	ing. ord. 3e-1895	Clermont-Ferrand	Sous-arrt min. de Clermont-Ferrand. — Chem. de fer de P.-L.-M.
D			
Delafond ✱.	ing. en ch. 1re-1891	Chalon-sur-Saône.	Arrt min. de Chalon-sur-Saône. — Études topographiques souterraines. — Carte géologique détaillée de la France. — Commission du grisou.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
ougados ✱	ing. en ch. 2e-1896	Toulouse	Arrond. min. de Toulouse.
uvillé ✱ (✪ A) . .	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Cours à l'École nle supérieure des mines. — Carte géolog. détaillée de la France. — Commission des Annales des Mines.
uporcq ✱	ing. en ch. 1re-1890	Arras	Arrt min. d'Arras.
urand de Grossouvre ✱.	ing. en ch. 1re-1895	Bourges (prov.). .	Arrt min. de Poitiers. — Topographie des minières du Cher. — Carte géologique détaillée de la France.
u . . : . .	élève. . . 1re-1896	Paris	École.
utilleul	élève . . . 3e-1896	Paris	École.
E			
tienne.	élève. . . 3e-1895	Paris.	École.
F			
èvre	ing. ord. 1re-1896	Arras.	Sous-arrt min. de Béthune. — Carte géologique détaillée de la France.
ocqué.	ing. ord. 2e-1892	Paris	Ch. de fer de l'Etat.
ontaine ✱.	ing. ord. 1re-1895	Paris	Office du Travail.
riedel	ing. ord. 2e-1895	Saint-Etienne . .	Cours à l'Ecole des mines de St-Etienne.
amey.	ing. ord. 1re-1893	Paris	Admon des chem. de fer de l'État.
G			
enouillac (du Verdier de) ✱	ing. en ch. 1re-1889	Rouen.	Arrt min. de Rouen.
eareau ✱	ing. en ch. 1re-1892	Clermont-Ferrand	Arrt min. de Clermont-Ferrand.—Carte géologique détaillée de la France.
enty	ing. ord. 2e-1891	Marseille	Sous-arrt min. de Marseille-Nord. — Ch. de fer de P.-L.-M.
asser.	élève . . . 2e-1896	Paris	École.
rand ✱ (✪ A). . . .	ing. en ch. 2e-1887	»	(*Disponibilité.*)
H			
aton de la Goupillière (C ✱) (✪ I).	insp. gén. 1re-1890	Paris	Directeur de l'École nle supér. des mines. — Conseil gén. des mines. — Commis. centrale des machines à vapeur. — Comité de l'exploit. technique des ch. de fer. — Commis. des *Annales des mines.* — Président de la commiss. du grisou.
enriot ✱.	ing. en ch. 2e-1896	Nancy.	Arrt min. de Nancy.
erscher.	ing. ord. 3e-1892	Rouen.	Sous-arrt min. de Rouen. — Ch. de fer de l'Ouest.
eurteau (O ✱). . . .	ing. en ch. 1re-1896	*Paris*	(*Congé renouvelable.*)— *Comp. des ch. de fer d'Orléans.* — Commission militaire supérieure des ch. de fer.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Humbert.	ing. ord. 1re-1891	Paris	Cours à l'École nat. sup. des mines. — Comm. des *Annales des mines*. — Ministère de la guerre (École polytech.).
I			
Ichon ✱	ing. en ch. 2e-1891	Bordeaux.	Arrond. min. de Bordeaux.
J			
Jacob ✱.	ing. ord. 1re-1889	Alger.	Sous-arr. min. d'Alger. — Ch. de fer.
Janet (O A) (✱ M A).	ing. ord. 1re-1893	Paris	Sous-arrt min. de Versailles. — Ch. de fer de P.-L.-M. — Carte géologique détaillée de la France.
Jordan (Camille) (O ✱)	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Ministère de la guerre. (École polytech.)
Jordan (Paul)	élève. . . 1re-1896	Paris	École.
Jouguet	ing. ord. 3e-1895	Bordeaux.	Sous-arrt min. de Bordeaux-Nord. — Chem. de fer de l'État et d'Orléans.
K			
Keller (O ✱)	insp. gén. 2e-1894	Paris	Chem. de fer de l'Est. — Comm. de statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur. — Commis. des *Annales des mines*. — Comm. de vérification des comptes des Cies de chem. de fer.
Kuss ✱ (O A). . . .	ing. en ch. 2e-1891	Douai	Arrt min. de Douai. — Ecole des maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
L			
Lallemand ✱	ing. en ch. 2e-1893	Paris	Comm. et serv. du nivell. général de la France. — Ministère de l'instruction publique (Bureau des longitudes).
Lantenois	ing. ord. 2e-1893	Constantine. . . .	Sous-arrt min. de Constantine. — Ch. de fer.
Launay (de).	ing. ord. 1re-1893	Paris	Cours à l'Ecole nle supér. des mines. — Comm. et service de la carte géologique détaillée de la France. — Commission des *Annales des mines*.
Laurans	ing. ord. 1re-1893	Lyon	Sous-arrt min. de Lyon. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Laurent	ing. ord. 2e-1894	*Bordeaux*.	(*Congé renouvelable.*) — *Cie des chemins de fer du Midi*. — Carte géologique détaillée de la France.
Lebreton.	ing. ord. 1re-1895	Saint-Étienne. . .	École des mines de Saint-Étienne.
Lebrun.	ing. ord. 3e-1896	Vesoul	Sous-arrt min. de Vesoul. — Ch. de fer de l'Est.
Le Chatelier ✱ (O A).	ing. en ch. 1re-1896	Paris	Cours à l'École nle supér. des mines. — Ministère de la guerre (École polytechnique). — Comm. de *Annales des mines*. — Comm. du grisou.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Leclère.	ing. ord. 1re-1894	Marseille.	Sous-arrt min. de Marseille-Sud.
Lecornu ✱ (✪ I). . .	ing. en ch. 2e-1893	Paris.	Ch. de fer de l'Ouest. — Carte géologique détaillée de la France. — Ministère de la guerre (École polytechn.)
Ledoux ✱.	ing en ch. 1re-1889	*Paris*.	(*Congé renouvelable.*)—*Soc. min. et métal. de Peñarroya* (*Espagne*). — Cours à l'Éc. supér. des mines. — Comm. des *Ann. des mines*. — Comm. du grisou.
Léon	ing. ord. 2e-1891	Valenciennes. . .	Sous-arrt min. de Valenciennes. — Ch. de fer du Nord.
Leprince-Ringuet. . .	élève . . . 2e-1896	Paris	École.
Leproux.	ing. ord. 2e-1896	Saint-Etienne. . .	Sous-arrt min. de Saint-Étienne-Est.
Le Verrier ✱.	ing. en ch. 1er-1893	Paris	Ministère du Commerce et de l'Industrie (Conservatoire national des Arts et Métiers).—Cours à l'École nationale supér. des mines. — Carte géologique détaillée de la France.
Lévy (*Leon*) (O ✱). .	ing. en ch. 2e-1890	*Paris*	(*Congé renouvelable.*) — *Compagnie des forges de Châtillon-Commentry.*
Lévy (Michel) (O ✱) (✪ A).	ing. en ch. 1re-1891	Paris	Appareils à vapeur du départ. de la Seine. — Comm. centrale des machines à vapeur. — Direct. du serv. de la carte géolog. de la France et des topographies souterr.
Liénard	ing. ord. 3e-1892	Saint-Étienne. . .	École des mines de Saint-Étienne.
Linder (C ✱) (✪ I). .	insp. gén. 1re-1887	Paris	Vice-président du Cons. gén. des mines. — Cons. de l'École nle sup. des mines. — Comm. milit. sup. des ch. de fer. — Comité de l'exploit. techn. des ch. de fer. — Président de la Comm. centr. des machines à vapeur; — de la Comm. de la carte géolog. détaillée de la France; — de la Comm. des *Ann. des mines*; — de la Comm. des Formules.
Lodin ✱	ing. en ch. 1re-1896	Paris	Cours à l'École nle sup. des mines. — Carte géolog. détaillée de la France. — Comm. des *Ann. des mines*
Lorieux (O ✱).	insp. gén. 1re-1896	Paris	Div. du nord-ouest. — Cons. de l'École nle supér. des mines. — Comm. centr. des mach. à vapeur. — Président de la Comm. de statist. de l'indust. min. et des appar. à vapeur. — Comm. du grisou. — Comm. des *Ann. des mines*. — Comm. des Formules.
Luuyt	ing. ord. 2e-1886	Paris	*Congé renouvelable*). — *Cie des chem. de fer de P.-L.-M.*

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
M			
Maison.	ing. ord. 2e-1895	Dijon.	Sous-arr[t] min. de Dijon. — Ch. de fer de P.-L.-M. — Carte géologique détaillée de la France.
Maître.	ing. ord. 2e-1888	»	(*Congé renouvelable.*) — *Usine métallurgique de Morvillars.*
Mettrier.	ing. ord. 2e-1894	Montpellier. . . .	Sous-arr[t] min. de Montpellier. — Ch. de fer de P.-L.-M. et du Midi.
Moutard (O ✱) (✿ I).	insp. gén. 1re-1890	Paris	Cours à l'École n[le] sup. des mines. — Ministère de la guerre (École polytechnique).
N			
Nadal	ing. ord. 2e-1893	Bourges.	Sous-arr[t] min. de Bourges. — Ch de fer d'Orléans.
Nanteuil de la Norville (de)	élève . . . 3e-1896	Paris	École.
Nentien.	ing. ord. 1re-1893	Bordeaux	Sous-arr[t] min. de Bordeaux-Sud. — Chemins de fer du Midi. — Carte géolog. détaillée de la France.
Nivoit ✱ (✿ A). . .	ing. en ch. 1re-1888	Paris	Ch. de fer de l'Est. — Cours à l'École n[le] des ponts et chaussées. — Comm. et serv de la carte géol. détaillée de la France.
O			
Olry ✱ (✱ I).	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Ch. de fer de l'État. — Études topogr. souterr. — Comité de l'exploitation technique des ch. de fer. — Comm. des Formules.
Oppermann ✱	ing. en ch. 2e-1891	Marseille	Arr[t] min. de Marseille.
Orsel (O ✱).	insp. gén. 1re-1892	Paris	Ch. de fer de l'État. — Conseil de l'École n[le] supér. des mines. — Comité consultatif et Comité de l'expl. techn. des ch. de fer. — Comm. de vérification des comptes des comp. de ch. de fer.
P			
Pellé.	ing. ord. 1re-1893	Paris	Sous-arr[t] min. de Paris. — Carrières du département de la Seine. — Carte géologique détaillée de la France.
Pelletan ✱	ing en ch. 2e-1890	Paris	Cours à l'École n[le] supér. des mines. — Ch. de fer de P.-L.-M. — Serv. des instrum. de précis. à l'École des ponts et chaussées.
Pelnard	élève . . . 3e-1896	Paris	École.
Perrin ✱ (✿ A). . .	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Chemin de fer d'Orléans.

...S ... EURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
(◎ A) . . .	insp. gén. 2e-1892	Paris	Div. du sud-est.
✱)	ing. en ch. 2e-1893	Paris	Ministère de l'instruction publique (Faculté des sciences de l'Université de Paris). — Ministère de la guerre (École polytechnique).
) (◎ I) . .	ing. en ch. 1re-1886	Paris	Carte géolog. détaillée de la France. — Cours à l'École n^{le} sup. des mines. — Ministère de la guerre (École polytechnique). — Comm. des *Annales des mines.*
Boisfleury.	élève . . . 2e-1896	Paris	École.
. . . . . .	élève. . . 1re-1896	Paris	École.
✱). . . .	ing. en ch. 1re-1883	Alger	Arr^{t} min. d'Alger. — Ch. de fer.
. . . . . .	ing. ord. . 2e-1891	Grenoble	Sous-arr^{t} min. de Grenoble. — Ch. de fer de P.-L.-M.
. . . . . .	ing. ord. . 2e-1894	Tunis	Ministère des affaires étrangères (Service des mines de Tunisie).
t			
. . . . . .	ing. ord. . 2e-1891	Saint-Étienne	École des mines de Saint-Étienne.
. . . . . .	ing. ord. . 3e-1896	Oran	Sous-arr^{t} min. d'Oran. — Ch. de fer.
. . . . . .	ing. ord. . 3e-1894	Nantes	Sous-arr^{t} min. de Nantes. — Chemins de fer de l'État et d'Orléans.
(◎ A). . .	ing. en ch. 2e-1893	*Paris*	(*Congé renouv.*) — *Société d'études pour la construction d'une voie ferrée de Biskra à Ouargla et prolongements.* — Carte géolog. détaillée de la France.
›ntevez-Gé-de).	élève . . . 3e-1895	Paris	École.
S			
. . . .	ing. en ch. 2e-1896	*Paris*	(*Congé renouv.*). — *Comp. des ch. de fer de l'Ouest.* — Cours à l'École n^{le} sup. des mines. — Comm. des *Annales des mines.*
-Lui.	ing. ord. . 1re-1895	Tours	Sous-arr^{t} min. de Tours. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
. . . .	élève . . . 2e-1896	Paris	Ecole.
(◎ A). . . .	ing. ord. . 1re-1888	*Lille*	(*Congé renouvel.*). — *Cie des mines de Bruay et de l'Escarpelle.* — Études topogr. souterraines.
T			
. . . .	ing. en ch. 2e-1893	Saint-Étienne	Arr^{t} min. de Saint-Étienne.
‹	ing. ord. . 1re-1891	Paris	Cours à l'École n^{le} sup. des mines. — Comm. du grisou. — Comm. des *Ann. des mines.* — Service de la carte géologique détaillée de la France. — Études topogr. souterr.
V			
. . . .	ing. ord . 3e-1892	Alais	Sous-arr^{t} min. d'Alais.

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Vicaire ✻.	insp. gén. 2e-1891	Paris	Div. du nord-est. — Cours à l'École n[le] sup. des mines. — Comité de l'expl. techn. des ch. de fer. — Comm. centr. des mach. à vapeur. — Comm. des *Annales des mines*.
Vieira	ing. ord. . 2e-1875	Toulouse	Sous-arr[t] min. de Toulouse-Est.
Villain.	ing. ord. . 2e-1891	Nancy.	Sous-arr[t] min. de Nancy. — Ch. de fer de l'Est.
Voisin (*Honoré*). . . .	ing. en ch. 2e-1897	»	(*Congé renouvel.*). — *Comp. des mines de Roche-la-Molière et Firminy.*
W			
Walckenaer ✻	ing. ord. . 1re-1891	Paris	Comm. centr. des mach. à vapeur. — Comité de l'expl. techn. des ch. de fer.
Weiss	ing. ord. . 2e-1896	Arras.	Sous-arr[t] min. d'Arras.
Wickersheimer ✻ . .	ing. en ch. 2e-1890	Paris	Arr[t] min. de Paris. — Carrières du dép[t] de la Seine. — Conseil du réseau des ch. de fer de l'État.
Worms de Romilly (O ✻).	insp. gén. 2e-1896	Paris	Division du sud.
Z			
Zeiller ✻ (🟊 A) . . .	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Secrétariat du Cons. gén. des mines. — Secrétariat de la Comm. des *Annales des mines*. — Comm. de statist. de l'indust. min. et des appar. à vapeur. — Comm. de la carte géolog. détaillée de la France. — Leçons et collection de paléontologie végétale à l'École n[le] sup. des mines. — Études topogr. souterr.

LISTE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQUE

DES

CONTRÔLEURS DES MINES.

NOTA. — *Les chiffres inscrits dans la colonne des classes indiquent la date de la nomination au grade ou celle du dernier avancement.*

Les noms en italique *indiquent les Contrôleurs des Mines placés dans une position autre que celle de l'activité.*

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
A			
Abadie	2e-1894	Decazeville	Aveyron, service ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Albin	pal-1883	Marseille	Bouches-du-Rhône, serv. ordin.
Auvergne	2e-1883	»	(*Congé.*)
B			
Badin	4e-1895	Alais	École des maitres-ouvriers mineurs d'Alais.
Balmitgère	4e-1896	Paris	Ch. de fer du Nord.
Balteau	4e-1895	Valenciennes	Nord, serv. ordin.
Barrier	pal-1892	Toulouse	Haute-Garonne, serv. ordin.
Bazin	2e-1895	Limoges	Haute-Vienne, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Béatrix	4e-1893	Mont-de-Marsan	Landes, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Benoit (✪ I)	3e-1886	Dijon	Ch. de fer de P.-L.-M.
Bertharion (✪ A)	1re-1893	Alais	Gard, serv. ordin.
Berthon	3e-1897	Lyon	Rhône, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bertrand	pal-1897	Paris	Ch. de fer d'Orléans.
Besombes	1re-1893	Toulouse	Ch. de fer du Midi.
Bolo	2e-1893	Brest	Finistère, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Bonnes	1re-1893	Alais	Gard, serv. ordin.
Bouguet	1re-1890	Besançon	Doubs, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bontes	1re-1894	Marseille	Bouches-du-Rhône, serv. ordin.
Brossette	pal-1886	Toulouse	Ch. de fer d'Orléans.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
C			
Cambessédès	1re-1891	Douai	École de Maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
Cazenave	pal-1888	Bordeaux	Gironde, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Chalot	pal-1888	Vesoul	Haute-Saône, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Chandoreille	2e-1896	Constantine	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Chaumier (✪ I)	1re-1896	Paris	Appar. à vapeur du départ. de la Seine.
Chevreul	2e-1893	Rennes	Ille-et-Vilaine, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Claisse	3e-1893	Lille	Nord, serv. ordin.
Clavel	pal-1893	Tours	Indre-et-Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Clère	pal-1897	Avignon	Vaucluse, serv. ordin.
Clouzet	4e-1894	Foix	Ariège, serv. ordin.
Coignard	2e-1897	Alais	Gard, serv. ordin.
Coret (✪ A) (✫ M A)	1re-1893	Nantes	Loire-Inférieure, serv. ordin.
Corriol	pal-1894	Le Mans	Sarthe, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Cossange	3e-1894	Alais	École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais.
Coste	2e-1893	Meaux	Seine-et-Marne, serv. ordin.
Croisille	1re-1897	Longwy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Cuvillier	pal-1896	Paris	Ch. de fer de l'Ouest.
D			
Décatoire	3e-1896	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Decressain (✪ A)	pal-1897	Paris	Appar. à vapeur du départ. de la Seine.
Deleuze	4e-1894	Oran	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Denizet	3e-1894	Paris	Appar. à vapeur du départ. de la Seine.
Dérion	4e-1894	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Desvignes	4e-1896	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Devun	4e-1895	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Dionot	3e-1894	Rouen	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Domergue	2e-1896	Alais	Gard, serv. ordin.
Douat	4e-1893	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Drot	1re-1891	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Drouot	2e-1894	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Drut	4e-1894	Bourges	Ch. de fer d'Orléans.
Dumas (Antoine)	3e-1897	Guéret	Creuse, serv. ordin.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Dumas (Henri)	4e-1893	Reims	Marne, serv. ord. — Ch. de fer de l'Est.
Dunkel ✱ (🙘 I)	pal-1879	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Duverdier	3e-1893	Bordeaux	Gironde, serv. ordin.
E			
Espérandieu	2e-1891	Bône	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
F			
Fagot	pal-1893	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Félix	4e-1896	Saint-Brieuc	Côtes-du-Nord, serv, ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Feyte	pal-1893	Montpellier	Hérault, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M. et du Midi.
Finot	2e-1893	Prades	Pyrénées-Orientales, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Flandrin	2e-1896	Rouen	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Foucault	pal-1891	Charleville	Ardennes, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Foulquier	4e-1896	Constantine	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Fouré	4e-1893	Tours	Chemins de fer de l'État et d'Orléans.
Fourmond	1re-1897	Le Mans	Sarthe, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Fourney	4e-1894	Le Creusot	Saône-et-Loire, serv. ordin.
Froissardey	1re-1891	Paris	Seine, serv. ordin.
Futin	4e-1893	Vesoul	Territoire de Belfort, serv. ordin. — Thermes de Bourbonne.
Fyot	2e-1893	Chalon	Saône-et-Loire, serv. ordin.
G			
Gabon	3e-1892	Marseille	Ch. de fer de P.-L.-M.
Galtier	1re-1893	Albi	Tarn, serv. ordin.
Gauthier	3e-1895	Tunis	Minist. des Affaires étrang. (Tunisie).
Germain	2e-1891	Bourg	Ain, serv. ordin.
Giraudin	4e-1893	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Girod	1re-1894	Evreux	Eure, serv. ord.— Ch. de fer de l'Ouest.
Goddard	pal-1893	Chambéry	Savoie, serv. ordin.
Goeb (Daniel)	1re-1893	Amiens	Somme, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Goob (Jean)	1re-1895	Paris.	Serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Gosse.	2e-1893	Beauvais. . . .	Oise, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Gouéry.	1re-1894	Paris.	Ch. de fer de l'Ouest.
Gourvest.	3e-1894	Paris.	Tramways du département de la Seine. — Ch. de fer dans Paris.
Grand	2e-1893	Tébessa	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Granddidier	3e-1897	»	(*Congé renouvel.*). — *Société métallurgique de Champigneulles et de Neuves-Maisons.*
Gruet.	pal-1894	Dijon	Ch. de fer de P.-L.-M.
Guillier.	3e-1885	»	(*Congé*.)
Guillot.	2e-1896	Rodez.	Aveyron, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
H			
Hamon (✪ A).	1er-1897	Orléans	Loiret, serv. ordin. — Ch. de fer de de l'État et d'Orléans.
Harbulot.	2e-1893	Grenoble . .	Isère, serv. ordin.
Hoctin.	pal-1896	Dijon	Côte-d'Or, serv. ordin.
I			
Issartier (✪ A)	2e-1896	Marseille . . .	Ch. de fer de P.-L.-M.
J			
Jacquin	1re-1896	Périgueux. . .	Dordogne, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans
Jamet (✪ A).	3e-1891	Paris.	Ch. de fer de P.-L.-M.
Jeandon	3e-1894	Alais	Gard, serv. ordin.
Jourdan (✪ A)	2e-1897	Grenoble . . .	Isère, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
L			
Labeyrie ✱	pal-1882	Paris.	Ch. de fer de l'Est.
Lafond.	3e-1897	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin.
Lambert (✪ A)	3e-1894	La Roche-sur-Yon.	Vendée, serv. ordin.
Larmanon	3e-1897	Bordeaux . . .	Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Lavé ✱	pal-1882	Rive-de-Gier. .	Ch. de fer de P.-L.-M.
Laville.	3e-1894	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Lefèvre ✱	p^{el}-1890	Lille	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lenglet	3e-1893	Valenciennes	Nord, serv. ordin.
Lesieur	4e-1896	Annecy	Haute-Savoie, serv. ordin.
Lesprit	1re-1891	»	(*Congé.*)
Liévin	2e-1891	Nice	Alpes-Maritimes, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Limanton (✿ A)	3e-1893	Versailles	Seine-et-Oise, serv. ordin.
Lussac	p^{al}-1893	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
M			
Magalon	4e-1896	»	Ministère des Colonies (Nouvelle-Calédonie.)
Miihl (✿ I)	2e-1894	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Maillon	1re-1890	»	(*Congé renouvelable.*) — *Compagnie des chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne.*
Malaval	4e-1893	Saint-Étienne	Loire, serv. ordin.
Malplat	p^{el}-1890	Rive-de-Gier	Loire, serv. ordin.
Marchal	2e-1897	Troyes	Aube, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Maris	1re-1890	Douai	École des maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
Masset	4e-1893	Nancy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin.
Massin	p^{al}-1889	Paris	Ch. de fer du Nord.
Masson	2e-1897	Béthune	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Mathieu (✿ I) (✯ M. A.)	1re-1893	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Mauchamp	4e-1893	Montpellier	Ch. de fer de P.-L.-M. et du Midi.
Mazaget (✿ A)	1re-1893	»	(*Disponibilité.*)
Merchadier	2e-1893	Lyon	Ch. de fer P.-L.-M.
Mercier	3e-1886	»	(*Congé renouv.*) — *Recherches de mines en Algérie et en Tunisie.*
Mermillod	p^{el}-1894	Bar-le-Duc	Meuse, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Moreau	1re-1897	Laon	Aisne, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Morel	4e-1894	Grenoble	Ch. de fer P.-L.-M.
O			
Ode (✿ A) (✯ M. A.)	2e-1893	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
P			
Péricard	1re-1897	Bourgoin	Isère, serv. ordin.
Perrève	3e-1887	»	(*Congé renouv.*) — *Mines de Lalle*, à *Bessèges*.
Perrot	3e-1888	Bastia	Corse, serv. ordin. — Ch. de fer.
Petitjean	1re-1895	Tours	Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Peyronnet	4e-1896	Paris	Tramways du département de la Seine. — Ch. de fer dans Paris.
Pierrat	1re-1890	Épinal	Vosges, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Pierron	pal-1897	Nancy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Platon	2e-1891	Angers	Maine-et-Loire, serv. ordin.
Pluyette	1re-1893	Paris	Seine, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Pommier	3e-1896	Clermont-Ferrand	Puy-de-Dôme, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans et de P.-L.-M.
Poncelet	1re-1893	Oran	Algérie, laboratoire de chimie d'Oran.
Pondruel	pal-1893	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Portal	3e-1896	Saint-Étienne	Loire, serv. ordin.
Potaux	2e-1892	Lille	Nord, serv. ordin.
Poteau	1re-1893	»	(*Congé renouvel.*) — *Mines d'Aniche*.
Préchey	pal-1891	Chaumont	Haute-Marne, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Pupier	2e-1894	Chalon	Saône-et-Loire, serv. ordin.
R			
Radigois (✪ A) (✲ M A)	pal-1897	Nantes	Loire-Inférieure, serv. ordin.
Rance	4e-1893	Bourges	Cher, serv. ordin.
Ravaudet	2e-1897	Poitiers	Vienne, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Raynaud	4e-1894	Carcassonne	Aude, serv. ordin.
Reboul	1re-1893	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Revel	1re-1891	Le Havre	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Revellin (✪ A)	4e-1893	»	(*Disponibilité*.)
Rigal (François)	4e-1897	Auxerre	Yonne serv. ordin.
Rigal (Gilbert)	4e-1897	Briançon	Hautes-Alpes, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Rizens	pal-1894	Toulouse	Ch. de fer du Midi.
Rossi	2e-1897	»	Ministère des Colonies (Nouvelle-Calédonie).

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Roux (Adrien).	3e-1896	Arras.	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Roux (Paul)	4e-1893	Draguignan. .	Var, serv. ordin.
S			
Serran ✻.	3e-1888	»	(*Congé renouvel.*) — *Travaux publics au Tonkin*
Savreux	1re-1882	»	(*Congé renouvel.*) — *Tissage mécanique de Montières-lès-Amiens.*
Savry.	4e-1895	Tlemcen. . . .	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Scheffler.	pal-1894	Caen.	Calvados, serv. ord. — Ch. de fer de l'Ouest.
Seignobosc (Léopold). .	3e-1894	Lyon.	Rhône, serv. ord.
Seignobosc (Théodore) .	1re-1891	Clermont-Ferrand.	Puy-de-Dôme, serv. ord. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Sergère.	2e-1891	Constantine. .	Algérie, laborat. de chimie de Constantine.
Séris.	pal-1897	Sem.	Ariège, mines de Rancié.
Simon (Jules)	3e-1897	Alger	Algérie, laborat. de chimie d'Alger.
Simon (Louis).	4e-1896	Paris.	Ch. de fer de P.-L.-M.
Soulages. . . . . ,	3e-1896	Saint-Étienne.	Loire, serv. ord.
Soyez	pal-1888	Paris.	Ch. de fer du Nord. — Secrétariat de la comm. centr. des mach. à vapeur.
T			
Terrien	4e-1893	Nantes.	Loire-Inférieure. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Teyssonnières	4e-1896	Cahors.	Lot, serv. ord. — Ch. de fer d'Orléans.
Thomas (Alexandre) ✻ .	pal-1879	Privas.	Ardèche, serv. ordin.
Thomas (Hippolyte)(✪ I) (✣ M A).	pal-1890	Paris.	Carte géologique détaillée de la France.
V			
Vaillant	2e-1885	Chalon - sur - Saône. . . .	Saône-et-Loire, serv. ordin.
Vaillot.	2e-1892	Valence. . . .	Drôme, serv. ordin.
Vallet	1re-1897	Paris.	Carrières du département de la Seine.
Vandernotte.	4e-1893	Moulins. . . .	Allier, serv. ord.—Ch. de fer d'Orléans.
Varin	1re-1893	Moulins. . . .	Allier, serv. ord.—Ch. de fer d'Orléans.
Vernhettes.	3e-1896	Rodez.	Aveyron, serv. ordin.
Villet	1re-1893	Saint-Jean-de-Maurienne. .	Savoie, serv. ordin.
Vincent	3e-1896	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin.
Vion.	2e-1891	Pau	Basses-Pyrénées, serv. ord. — Ch. de fer du Midi.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Vollot	p^{al}-1896	Angoulême . .	Charente, serv. ord. — Ch. [cut off] l'État et d'Orléans.
W			
Waterlot.	4e-1897	Douai	Nord, serv. ordin. — École d[cut off] ouvriers mineurs de Dou[cut off]
Watrin.	p^{al}-1896	Mézières. . .	Ardennes, serv. ord. — Ch[cut off] l'Est.
Y			
Yvart	p^{al}-1891	Flers.	Orne, serv. ord. — Ch. fer[cut off]

Paris. — Impr. E. FLAMMARION, 26, rue Racine

Fig. 6. Face K

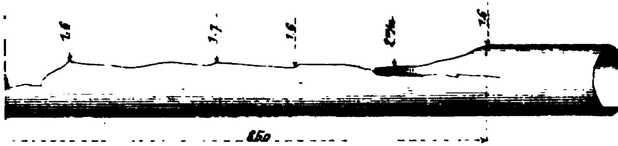


Fig. 7. Dessus du tube brisé

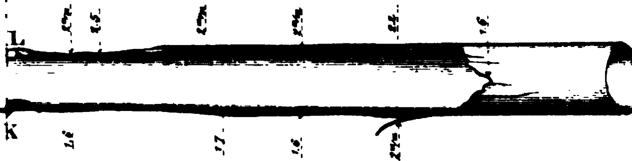
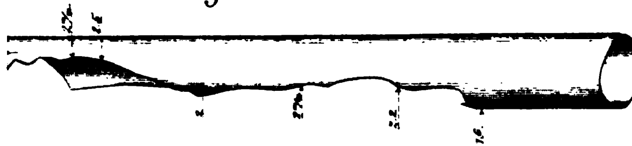


Fig. 8. Face L



Fragment M
Côté *a*
Côté *a'*

9. Accident du 22 octobre 1895
à Elbeuf.
.e en dessus du tube brisé.

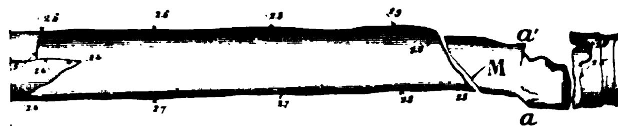
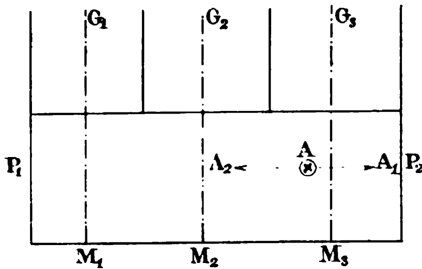


Fig. 10



A...-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque Paris

NOMS des INGÉNIEURS	GRADES ET CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Vicaire ✳.	insp gén. 2e-1891	Paris	Div. du nord-est. — Cours à l'École n[le] sup. des mines. — Comité de l'expl. techn. des ch. de fer. — Comm. centr. des mach. à vapeur. — Comm. des *Annales des mines*.
Vieira	ing. ord. . 2e-1875	Toulouse	Sous-arrt min. de Toulouse-Est.
Villain.	ing. ord. . 2e-1891	Nancy.	Sous-arrt min. de Nancy. — Ch. de fer de l'Est.
Voisin (*Honoré*). . . .	ing. en ch. 2e-1897	»	(*Congé renouvel.*). — *Comp. des mines de Roche-la-Molière et Firminy.*
W			
Walckenaer ✳	ing. ord. . 1re-1891	Paris	Comm. centr. des mach. à vapeur. — Comité de l'expl. techn. des ch. de fer.
Weiss	ing. ord. . 2e-1896	Arras.	Sous-arrt min. d'Arras.
Wickersheimer ✳ . .	ing. en ch. 2e-1890	Paris	Arrt min. de Paris. — Carrières du dépt de la Seine. — Conseil du réseau des ch. de fer de l'État.
Worms de Romilly (O ✳).	insp. gén. 2e-1896	Paris	Division du sud.
Z			
Zeiller ✳ (✪ A) . . .	ing. en ch. 1re-1892	Paris	Secrétariat du Cons. gén. des mines. — Secrétariat de la Comm. des *Annales des mines*. — Comm. de statist. de l'indust. min. et des appar. à vapeur. — Comm. de la carte géolog. détaillée de la France. — Leçons et collection de paléontologie végétale à l'École nle sup. des mines. — Études topogr. souterr.

LISTE GÉNÉRALE ET ALPHABÉTIQUE

DES

CONTRÔLEURS DES MINES.

NOTA. — *Les chiffres inscrits dans la colonne des classes indiquent la date de la nomination au grade ou celle du dernier avancement.*

Les noms en italique *indiquent les Contrôleurs des Mines placés dans une position autre que celle de l'activité.*

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
A			
Abadie.	2e-1894	Decazeville . .	Aveyron, service ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Albin.	ppal-1883	Marseille . . .	Bouches-du-Rhône, serv. ordin.
Auvergne.	2e-1883	»	(*Congé.*)
B			
Badin.	4e-1895	Alais.	École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais.
Balmitgère.	4e-1896	Paris	Ch. de fer du Nord.
Balteau.	4e-1895	Valenciennes.	Nord, serv. ordin.
Barrier.	ppal-1892	Toulouse . . .	Haute-Garonne, serv. ordin.
Bazin.	2e-1895	Limoges. . . .	Haute-Vienne, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans.
Béatrix.	4e-1893	Mont-de-Marsan	Landes, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Benoit (✪ I)	3e-1886	Dijon	Ch. de fer de P.-L.-M.
Bertharion (✪ A). . . .	1re-1893	Alais.	Gard, serv. ordin.
Berthon	3e-1897	Lyon.	Rhône, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bertrand.	ppal-1897	Paris	Ch. de fer d'Orléans.
Besombes.	1re-1893	Toulouse . . .	Ch. de fer du Midi.
Bolo	2e-1893	Brest	Finistère, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Bonnes.	1re-1893	Alais.	Gard, serv. ordin.
Bouguet	1re-1890	Besançon. . .	Doubs, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Bontes	1re-1894	Marseille . . .	Bouches-du-Rhône, serv. ordin.
Brossette.	ppal-1886	Toulouse . . .	Ch. de fer d'Orléans.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
C			
Cambessédès	1re-1891	Douai	École de Maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
Cazenave	p^{al}-1888	Bordeaux	Gironde, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Chalot	p^{al}-1888	Vesoul	Haute-Saône, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Chandoreille	2e-1896	Constantine	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Chaumier (✿ I)	1re-1896	Paris	Appar. à vapeur du départ. de la Seine.
Chevreul	2e-1893	Rennes	Ille-et-Vilaine, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Claisse	3e-1893	Lille	Nord, serv. ordin.
Clavel	p^{al}-1893	Tours	Indre-et-Loire, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Clère	p^{al}-1897	Avignon	Vaucluse, serv. ordin.
Cloupet	4e-1894	Foix	Ariège, serv. ordin.
Coignard	2e-1897	Alais	Gard, serv. ordin
Coret (✿ A) (✡ M A)	1re-1893	Nantes	Loire-Inférieure, serv. ordin.
Corriol	p^{al}-1894	Le Mans	Sarthe, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Cossange	3e-1894	Alais	École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais.
Coste	2e-1893	Meaux	Seine-et-Marne, serv. ordin.
Croisille	1re-1897	Longwy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Cuvillier	p^{al}-1896	Paris	Ch. de fer de l'Ouest.
D			
Décatoire	3e-1896	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Decressain (✿ A)	p^{al}-1897	Paris	Appar. à vapeur du départ. de la Seine.
Deleuze	4e-1894	Oran	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Denizet	3e-1894	Paris	Appar. à vapeur du départ. de la Seine.
Dérion	4e-1894	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Desvignes	4e-1896	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Devun	4e-1895	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Dionot	3e-1894	Rouen	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Domergue	2e-1896	Alais	Gard, serv. ordin.
Douat	4e-1893	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Drot	1re-1891	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Drouot	2e-1894	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Drut	4e-1894	Bourges	Ch. de fer d'Orléans.
Dumas (Antoine)	3e-1897	Guéret	Creuse, serv. ordin.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Dumas (Henri)	4e-1893	Reims	Marne, serv. ord. — Ch. de fer de l'Est.
Dunkel ✻ (I)	ppl-1879	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Duverdier	3e-1893	Bordeaux	Gironde, serv. ordin.
E			
Espérandieu	2e-1891	Bône	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
F			
Fagot	ppl-1893	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Félix	4e-1896	Saint-Brieuc.	Côtes-du-Nord, serv, ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Feyte	ppl-1893	Montpellier	Hérault, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M. et du Midi.
Finot	2e-1893	Prades	Pyrénées-Orientales, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
Flandrin	2e-1896	Rouen	Seine-Inférieure, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Foucault	ppl-1891	Charleville	Ardennes, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Foulquier	4e-1896	Constantine	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Fouré	4e-1893	Tours	Chemins de fer de l'État et d'Orléans.
Fourmond	1re-1897	Le Mans	Sarthe, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Fourney	4e-1894	Le Creusot	Saône-et-Loire, serv. ordin.
Froissardey	1re-1891	Paris	Seine, serv. ordin.
Futin	4e-1893	Vesoul	Territoire de Belfort, serv. ordin. — Thermes de Bourbonne.
Fyot	2e-1893	Chalon	Saône-et-Loire, serv. ordin.
G			
Gabon	3e-1892	Marseille	Ch. de fer de P.-L.-M.
Galtier	1re-1893	Albi	Tarn, serv. ordin.
Gauthier	3e-1895	Tunis	Minist. des Affaires étrang. (Tunisie).
Germain	2e-1891	Bourg	Ain, serv. ordin.
Giraudin	4e-1893	Arras	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Girod	1re-1894	Evreux	Eure, serv. ord.— Ch. de fer de l'Ouest.
Goddard	ppl-1893	Chambéry	Savoie, serv. ordin.
Goeb (Daniel)	1re-1893	Amiens	Somme, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Goob (Jean)	1re-1895	Paris	Serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Gosse	2e-1893	Beauvais	Oise, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Gouéry	1re-1894	Paris	Ch. de fer de l'Ouest.
Gourvest	3e-1894	Paris	Tramways du département de la Seine. — Ch. de fer dans Paris.
Grand	2e-1893	Tébessa	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Granddidier	3e-1897	»	(*Congé renouvel.*). — *Société métallurgique de Champigneulles et de Neuves-Maisons.*
Gruet	pal-1894	Dijon	Ch. de fer de P.-L.-M.
Guillier	3e-1885	»	(*Congé.*)
Guillot	2e-1896	Rodez	Aveyron, serv. ordin. — Ch. de fer du Midi.
H			
Hamon (✪ A)	1er-1897	Orléans	Loiret, serv. ordin. — Ch. de fer de de l'État et d'Orléans.
Harbulot	2e-1893	Grenoble	Isère, serv. ordin.
Hoctin	pal-1896	Dijon	Côte-d'Or, serv. ordin.
I			
Issartier (✪ A)	2e-1896	Marseille	Ch. de fer de P.-L.-M.
J			
Jacquin	1re-1896	Périgueux	Dordogne, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans
Jamet (✪ A)	3e-1891	Paris	Ch. de fer de P.-L.-M.
Jeandon	3e-1894	Alais	Gard, serv. ordin.
Jourdan (✪ A)	2e-1897	Grenoble	Isère, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
L			
Labeyrie ✱	pal-1882	Paris	Ch. de fer de l'Est.
Lafond	3e-1897	Saint-Étienne	Loire, serv. ordin.
Lambert (✪ A)	3e-1894	La Roche-sur-Yon	Vendée, serv. ordin.
Larmanou	3e-1897	Bordeaux	Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Lavé ✱	pal-1882	Rive-de-Gier	Ch. de fer de P.-L.-M.
Laville	3e-1894	Saint-Étienne	Loire, serv. ordin.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Lefèvre ✱	p[el]-1890	Lille	Nord, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Lenglet	3e-1893	Valenciennes	Nord, serv. ordin.
Lesieur	4e-1896	Annecy	Haute-Savoie, serv. ordin.
Lesprit	1re-1891	»	(*Congé.*)
Liévin	2e-1891	Nice	Alpes-Maritimes, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Limanton (✿ A)	3e-1893	Versailles	Seine-et-Oise, serv. ordin.
Lussac	p[el]-1893	Alger	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
M			
Magalon	4e-1896	»	Ministère des Colonies (Nouvelle-Calédonie.)
Mahl (✿ I)	2e-1894	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Maillon	1re-1890	»	(*Congé renouvelable.*) — *Compagnie des chemins de fer à voie étroite de Saint-Étienne.*
Malaval	4e-1893	Saint-Étienne	Loire, serv. ordin.
Malplat	p[el]-1890	Rive-de-Gier	Loire, serv. ordin.
Marchal	2e-1897	Troyes	Aube, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Maris	1re-1890	Douai	Ecole des maîtres-ouvriers mineurs de Douai.
Masset	4e-1893	Nancy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin.
Massin	p[el]-1889	Paris	Ch. de fer du Nord.
Masson	2e-1897	Béthune	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Mathieu (✿ I) (✵ M. A.)	1re-1893	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Mauchamp	4e-1893	Montpellier	Ch. de fer de P.-L.-M. et du Midi.
Mazagot (✿ A)	1re-1893	»	(*Disponibilité.*)
Merchadier	2e-1893	Lyon	Ch. de fer P.-L.-M.
Mercier	3e-1886	»	(*Congé renouv.*) — *Recherches de mines en Algérie et en Tunisie.*
Mermillod	p[el]-1894	Bar-le-Duc	Meuse, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Moreau	1re-1897	Laon	Aisne, serv. ordin. — Ch. de fer du Nord.
Morel	4e-1894	Grenoble	Ch. de fer P.-L.-M.
O			
Ode (✿ A) (✵ M.A.)	2e-1893	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
P			
Péricard	1re-1897	Bourgoin	Isère, serv. ordin.
Perrève	3e-1887	»	(*Congé renouv.*) — *Mines de Lalle*, *à Bessèges*.
Perrot	3e-1888	Bastia	Corse, serv. ordin. — Ch. de fer.
Petitjean	1re-1895	Tours	Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Peyronnet	4e-1896	Paris	Tramways du département de la Seine. — Ch. de fer dans Paris.
Pierrat	1re-1890	Épinal	Vosges, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Pierron	pal-1897	Nancy	Meurthe-et-Moselle, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Platon	2e-1891	Angers	Maine-et-Loire, serv. ordin.
Pluyette	1re-1893	Paris	Seine, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Ouest.
Pommier	3e-1896	Clermont-Ferrand	Puy-de-Dôme, serv. ordin. — Ch. de fer d'Orléans et de P.-L.-M.
Poncelet	1re-1893	Oran	Algérie, laboratoire de chimie d'Oran.
Pondruel	pal-1893	Paris	Seine, serv. ordin. et carrières du département.
Portal	3e-1896	Saint-Étienne	Loire, serv. ordin.
Potaux	2e-1892	Lille	Nord, serv. ordin.
Poteau	1re-1893	»	(*Congé renouvel.*) — *Mines d'Aniche*.
Préchey	pal-1891	Chaumont	Haute-Marne, serv. ordin. — Ch. de fer de l'Est.
Pupier	2e-1894	Chalon	Saône-et-Loire, serv. ordin.
R			
Radigois (✪ A) (✩ M A)	pal-1897	Nantes	Loire-Inférieure, serv. ordin.
Rance	4e-1893	Bourges	Cher, serv. ordin.
Ravaudet	2e-1897	Poitiers	Vienne, serv. ordin. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Raynaud	4e-1894	Carcassonne	Aude, serv. ordin.
Reboul	1re-1893	Paris	Appareils à vapeur du département de la Seine.
Revel	1re-1891	Le Havre	Seine-Inférieure, serv. ordin.—Ch. de fer de l'Ouest.
Revellin (✪ A)	4e-1893	»	(*Disponibilité*.)
Rigal (François)	4e-1897	Auxerre	Yonne serv. ordin.
Rigal (Gilbert)	4e-1897	Briançon	Hautes-Alpes, serv. ordin. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Rixens	pal-1894	Toulouse	Ch. de fer du Midi.
Rossi	2e-1897	»	Ministère des Colonies (Nouvelle-Calédonie).

NOMS des CONTRÔLEURS DES MINES	CLASSES	RÉSIDENCES	SERVICES
Roux (Adrien)......	3e-1896	Arras.....	Pas-de-Calais, serv. ordin.
Roux (Paul).......	4e-1893	Draguignan..	Var, serv. ordin.
S			
Serran ✻........	3e-1888	»	(*Congé renouvel.*) — *Travaux publics au Tonkin*
Sevreux.........	1re-1882	»	(*Congé renouvel.*) — *Tissage mécanique de Montières-lès-Amiens.*
Savry...........	4e-1895	Tlemcen....	Algérie, serv. ordin. — Ch. de fer.
Scheffler.........	pal-1894	Caen......	Calvados, serv. ord. — Ch. de fer de l'Ouest.
Seignobosc (Léopold)..	3e-1894	Lyon......	Rhône, serv. ord.
Seignobosc (Théodore).	1re-1891	Clermont-Ferrand.....	Puy-de-Dôme, serv. ord. — Ch. de fer de P.-L.-M.
Sergère..........	2e-1891	Constantine..	Algérie, laborat. de chimie de Constantine.
Séris...........	pal-1897	Sem......	Ariège, mines de Rancié.
Simon (Jules)......	3e-1897	Alger.....	Algérie, laborat. de chimie d'Alger.
Simon (Louis)......	4e-1896	Paris......	Ch. de fer de P.-L.-M.
Soulages.........	3e-1896	Saint-Étienne.	Loire, serv. ord.
Soyez..........	pal-1888	Paris......	Ch. de fer du Nord. — Secrétariat de la comm. centr. des mach. à vapeur.
T			
Terrien.........	4e-1893	Nantes.....	Loire-Inférieure. — Ch. de fer de l'État et d'Orléans.
Teyssonnières......	4e-1896	Cahors.....	Lot, serv. ord. — Ch. de fer d'Orléans.
Thomas (Alexandre) ✻.	pal-1879	Privas.....	Ardèche, serv. ordin.
Thomas (Hippolyte) (I) (✻ M A).	pal-1890	Paris......	Carte géologique détaillée de la France.
V			
Vaillant.........	2e-1885	Chalon-sur-Saône....	Saône-et-Loire, serv. ordin.
Vaillot..........	2e-1892	Valence....	Drôme, serv. ordin.
Vallet..........	1re-1897	Paris......	Carrières du département de la Seine.
Vandernotte.......	4e-1893	Moulins....	Allier, serv. ord.—Ch. de fer d'Orléans.
Varin..........	1re-1893	Moulins....	Allier, serv. ord.—Ch. de fer d'Orléans.
Vernhettes........	3e-1896	Rodez.....	Aveyron, serv. ordin.
Villet..........	1re-1893	Saint-Jean-de-Maurienne..	Savoie, serv. ordin.
Vincent.........	3e-1896	Saint-Étienne.	Loire, serv. ordin.
Vion...........	2e-1891	Pau......	Basses-Pyrénées, serv. ord — Ch. de fer du Midi.

TABLE DES MATIÈRES.

JUIN.

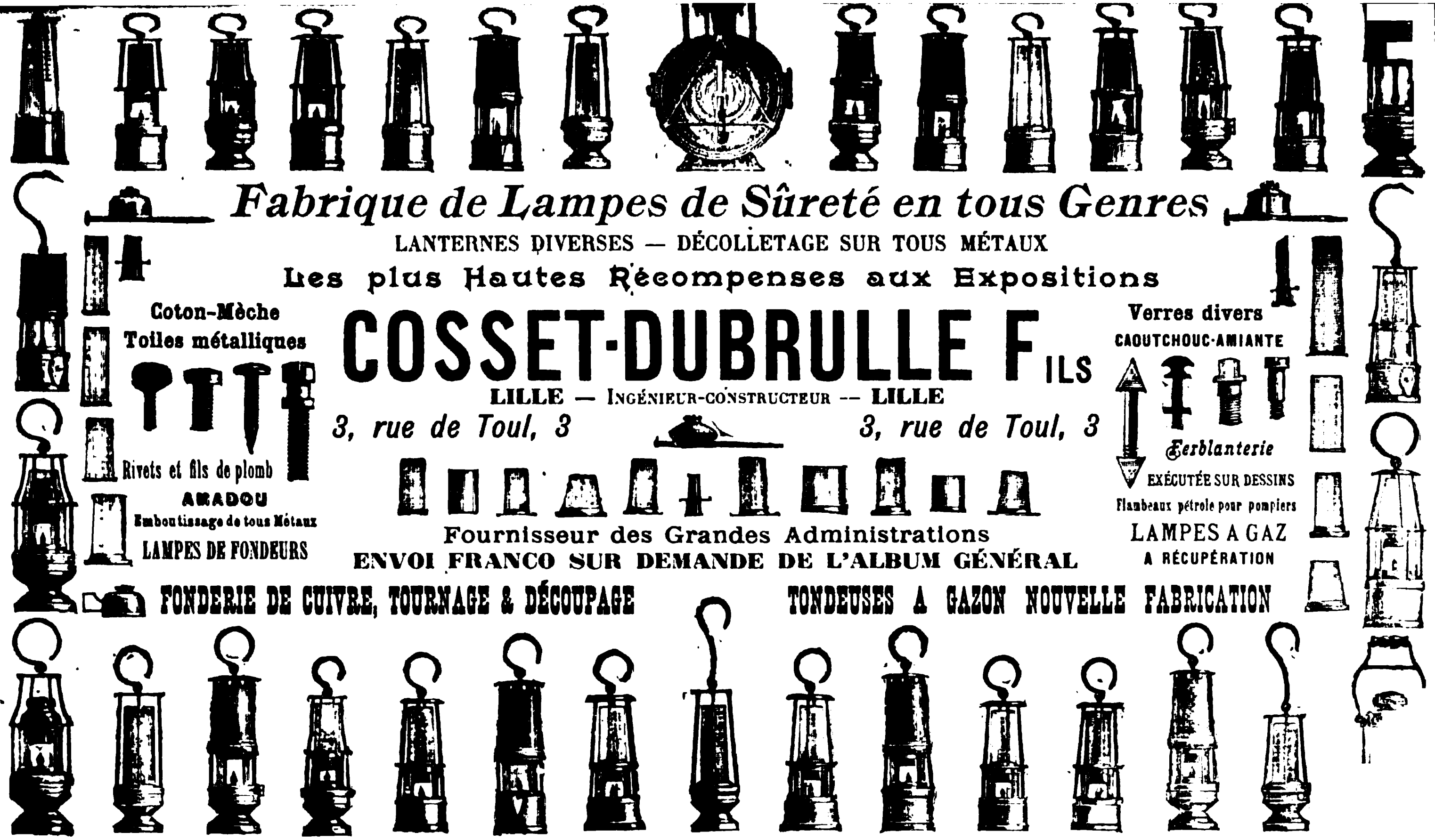
PARTIE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.

BULLETIN.

BIBLIOGRAPHIE.

PARTIE ADMINISTRATIVE.

Avril.


Fabrique de Lampes de Sûreté en tous Genres
LANTERNES DIVERSES — DÉCOLLETAGE SUR TOUS MÉTAUX
Les plus Hautes Récompenses aux Expositions
COSSET-DUBRULLE FILS
LILLE — INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR — LILLE
3, rue de Toul, 3
3, rue de Toul, 3
Coton-Mèche
Toiles métalliques
Rivets et fils de plomb
AMADOU
Emboutissage de tous Métaux
LAMPES DE FONDEURS
Verres divers
CAOUTCHOUC-AMIANTE
Ferblanterie
EXÉCUTÉE SUR DESSINS
Flambeaux pétrole pour pompiers
LAMPES A GAZ
A RÉCUPÉRATION
Fournisseur des Grandes Administrations
ENVOI FRANCO SUR DEMANDE DE L'ALBUM GÉNÉRAL
FONDERIE DE CUIVRE, TOURNAGE & DÉCOUPAGE
TONDEUSES A GAZON NOUVELLE FABRICATION

SOCIÉTÉ ANONYME

HUMBOLDT

BUREAUX : 19, Boulevard Haussmann, PARIS

MATÉRIEL DE MINES

MACHINES D'EXTRACTION

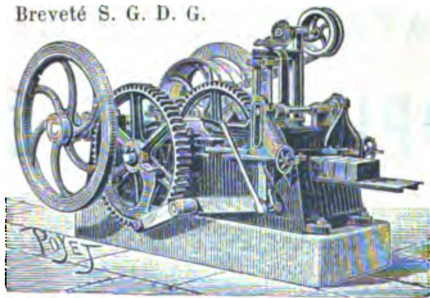
MACHINES D'ÉPUISEMENT

COMPRESSEURS D'AIR ET VENTILATEURS

PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS ET CHARBO

MACHINE A BRIQUETTES

Breveté S. G. D. G.



Simple, Robuste et peu coûteuse

PRODUISANT A VOLONTÉ DES

BRIQUETTES PLEINES OU PERFORÉES

Pression élastique. — Cohésion 80 %.

Agglomération de minerais de fer ou de manganèse, résidus de pyrites ou autres matières à l'état pulvérulent pour en faciliter le traitement dans les hauts-fourneaux, etc., etc.

MACHINE A BOULETS

PLEINS OU PERFORÉS

250.000 BOULETS DE HOUILLE,

PLEINS OU PERFORÉS PAR JOUR

L'Agglomération sous un petit volume avec un trou central facilite la combustion des charbons maigres et la calcination des minerais.

Installation d'Usines à Briquettes produisant de 8 à 260 tonnes en 11 heures, à des prix bien inférieurs à ceux des autres systèmes.

MACHINE A CHARBON DE PARIS et à briquettes pour chemins de fer et chaufferettes de voitures.
BROYEURS-PULVERISATEURS, broyage par percussion, Engrais, Charbons, Minerais, etc.
BROYEURS A MEULES, broyage et malaxage de matières quelconques.
CRIBLES ROTATIFS ou **A SECOUSSES**, classement des matières sèches.
LAVOIRS A BRAS OU A VAPEUR, classement par densité. Lavage des houilles.
MACHINES A BRIQUES à levier, pour terre ferme et demi-ferme. 6 à 7.000 par jour.
MACHINE A AGGLOMERER à pression simultanée sur deux faces, pour ciment, sucre, etc.

FOURS SÉCHEURS, NORIAS, TRANSPORTEURS, CONCASSEURS, MALAXEURS, ETC., ETC.

Th. DUPUY et FILS

5 MÉDAILLES D'OR — CONSTRUCTEURS — PARIS — 4 MÉDAILLES D'AR

NOTICE NÉCROLOGIQUE

SUR

M. ÉTIENNE DUPONT,

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES,

Par M. L. AGUILLON, Inspecteur général des Mines.

« Heureux celui qui meurt au Seigneur, car il se repose « de ses travaux et ses œuvres le suivent. » A qui ces paroles de l'Apôtre (*Apocalypse*, XIV, 13) pourraient-elles mieux s'appliquer qu'à M. l'Inspecteur général des Mines Gabriel-Jules-Étienne Dupont, décédé à Paris, le 18 mai 1896, à l'âge de soixante-dix-huit ans, après une carrière dont l'activité s'est maintenue jusqu'au dernier jour et aux destinées de laquelle il semblait avoir été préparé dès son entrée dans la vie?

Son père, Pierre Dupont, universitaire distingué, était, au début de la Restauration, principal et régent de rhétorique au collège de Treignac. Aujourd'hui simple chef-lieu de canton de la Corrèze, vers le bas du haut et froid plateau granitique adossé aux Monédières, Treignac avait été jadis une de ces petites « villes » du centre de la France, dont la vitalité ancienne nous a laissé des traces nombreuses. Au pied des pentes sur lesquelles le bourg est bâti, la Vézère, déjà grosse, encore qu'elle soit assez rapprochée du plateau de Millevache d'où elle descend, roule dans une gorge étroite et profonde, aux parois encaissées, dessinant une boucle très prononcée, un véritable méandre. Il y avait en ce point un passage tout indiqué par la nature entre le haut et le bas pays, et de

là devait venir l'importance de Treignac. Dès le xv[e] siècle, un pont de pierre y était construit, qui nous reste avec ses deux arches ogivales si intéressantes, posées au niveau de la rivière, avec les deux rampes abruptes qu'il avait été nécessaire de faire serpenter sur la falaise de chaque rive pour permettre l'accès à un chemin de mulets; le travail du passé est établi un peu en aval d'un pont, relativement récent, sur lequel la route nationale franchit la rivière par une seule arche en plein cintre à quelque trentaine de mètres au-dessus de son lit ; les caractères des deux époques se différencient encore mieux par le rapprochement matériel des deux ouvrages.

La « ville » alignait quelques maisons le long de la rampe d'accès du vieux pont sur la rive gauche ; elle s'était surtout développée sur un petit promontoire dominant la rivière de ce côté, entourée d'une enceinte quadrangulaire, qui est en partie encore conservée, avec un grand nombre de vieilles maisons de cet antique bourg.

L'importance de la localité et les facilités relatives de ses relations avec toute la région voisine étaient assez grandes au xvii[e] siècle pour qu'en 1660 les consuls de la ville crurent devoir passer avec les « Prêtres de la Congrégation de la Doctrine chrétienne » un contrat en vue de l'établissement d'un collège. En 1704, le collège fut déplacé; il vint s'établir dans le bâtiment qu'il occupe encore aujourd'hui au sommet du plateau sur lequel est bâtie la ville, en dehors de son antique enceinte. C'est une lourde construction, de médiocre développement. Sur le devant un bâtiment central, flanqué de deux ailes en retour, enserre une cour étroite qui forme la cour de récréation, communiquant directement avec la place publique. Ces constructions sans caractère donneraient l'idée d'une grosse ferme plus que d'un établissement scolaire. Une tour carrée qui domine à son extrémité le bâtiment principal est seule à fournir quelque cachet à cet ensemble

Une particularité de la fin du XVIIIe siècle devait signaler le collège de Treignac à l'attention : Lakanal y comptait au nombre des professeurs.

C'est de ce collège que Pierre Dupont avait été nommé principal; il y enseignait en même temps la rhétorique. Estimé et bien vu dans tout le pays, encore qu'il n'en fût pas originaire, il était entré par son mariage dans une des bonnes familles de la région, celle des Chauffour, de Limoges, qui possédait une importante propriété à Saint-Ybart, modeste village situé tout à côté d'Uzerche, une autre de ces antiques « villes » si curieuses et si bien conservées du vieux Limousin, à 25 kilomètres en aval de Treignac. Si Saint-Ybart et Uzerche ne sont pas encore le bas pays avec ses riches vallées largement ouvertes, ils sont déjà dans ce bocage corrézien aux mouvements plus doux, à la végétation plus souriante, bien différents de l'âpre plateau granitique à l'extrémité duquel se trouve Treignac.

C'est dans la campagne familiale de Saint-Ybart, pendant les vacances, que naquit, le 15 août 1817, Gabriel-Jules-Étienne Dupont, le second fils d'une famille de quatre enfants. Sa jeunesse s'écoula entre ces deux centres : le collège de Treignac pendant l'année scolaire et la campagne de Saint-Ybart durant les vacances; les hivers rigoureux dans les installations primitives et grossières d'un antique collège sans confort; les douceurs de l'été dans cette vallée si pittoresque de la Vézère qui, si elle n'est pas le Midi, conduit directement vers lui.

Son père assura son instruction jusqu'en rhétorique. A ce moment, du reste, sous le principalat de Pierre Dupont, le collège de Treignac semblait briller d'un éclat particulier. Dans la classe immédiatement au-dessous de celle du futur Inspecteur général des Mines se trouvait Lachaud, le grand avocat. Aussi bien, Pierre Dupont paraît avoir été un maître passionné pour sa profession et un éduca-

teur singulièrement distingué. Lorsqu'il eut pris sa retraite, il se retira dans sa propriété de Saint-Ybart, et il réunit autour de lui quelques jeunes gens désireux de s'instruire sous un tel guide. Ses mérites avaient été d'ailleurs remarqués, et on avait voulu lui donner dans l'Université une place plus en rapport avec sa valeur. Ses intérêts s'étaient trop confondus avec ceux du pays; il y était attaché par trop d'affections pour qu'il consentît à le quitter.

Étienne Dupont bénéficia de la sorte, dès ses premiers pas dans la vie, à la fois d'une instruction complète et solide et d'une éducation familiale continue. Il recueillit là le germe de ses connaissances en littérature et en histoire, qui furent vraiment remarquables; il puisa dans un milieu profondément catholique cette foi religieuse dont le culte continu devait être un des traits de son existence. Et ceux qui cherchent les raisons intimes des choses ne pourront s'empêcher de relever cette autre particularité : il est né, pour ainsi dire, et il a été élevé dans un collège, dans un milieu universitaire; la majeure partie de sa carrière, et à coup sûr la plus importante, devait être consacrée aux diverses écoles techniques qui se rattachent au Corps des Mines et dépendent de lui.

Au collège de Treignac on n'allait pas au-delà de la rhétorique. Aussi, Étienne Dupont fut-il envoyé au collège royal de Bordeaux pour terminer ses études. Il y recommença la rhétorique, puis il fit la philosophie et une première année de mathématiques avec un succès qu'avait préparé l'excellent travail de Treignac et qui fut consacré par de nombreuses couronnes. Ce furent les premières que reçut le jeune élève. Son père, par un scrupule qui l'honorait, n'avait pas voulu qu'il lui en fût attribué une seule à Treignac, si bons qu'eussent été les résultats de son travail. Le séjour à Bordeaux aura contribué à achever la physionomie de notre Inspecteur général, chez lequel on reconnaissait aisément une nature méridionale.

Son instruction se termina à Paris ; après un an passé à l'École préparatoire Mathé d'où il suivit les cours du collège Bourbon, il entrait à l'École polytechnique en 1836, à dix-neuf ans, et, en novembre 1838, à l'École des Mines.

A sa sortie, en février 1842, il eut Vic-Dessos pour premier poste. Comme tant d'autres de nos camarades, avant ou après lui, il ne fit guère qu'y passer ; en novembre 1843, il quittait l'Ariège pour Montpellier. Jules François, qui avait eu le poste de Vic-Dessos avant lui et l'avait occupé près de six ans, y avait réuni les éléments de son important ouvrage sur *le Gisement et le Traitement des minerais de fer*, qui se publia juste au moment où Dupont débutait dans l'Ariège. François avait épuisé pour le moment tous les sujets d'étude que cette région pouvait présenter à de jeunes ingénieurs. Il avait notamment décrit dans tous ses détails l'organisation si bizarre de cette entreprise de Rancié, de cette première « mine aux mineurs » dont les origines se perdent dans les brumes du moyen âge ; il avait signalé tous ses abus comme aussi les moyens — dont plusieurs encore à réaliser — qui seraient les plus propres à remédier à ces maux (*). Un débutant, comme l'était alors Étienne Dupont, ne pouvait que prendre une « leçon de choses » à voir fonctionner ce vicieux organisme ; elle devait être plus spécialement profitable à celui qui, dans sa carrière, devait s'occuper avec plus de sollicitude des modes d'administration et de législation que comporte l'industrie extractive.

Une circonstance devait le servir pour ses futures études. Il fut appelé à organiser une caisse de secours pour les ouvriers de Rancié, et par là il s'initia à l'étude de questions qu'il devait suivre plus tard d'une façon plus générale et plus étendue. Jules François avait émis la

(*) Voir, sur l'organisation de Rancié, le mémoire de M. l'Inspecteur général Villot, *Annales des Mines*, 9e série, t. IX, p. 205.

première idée de l'institution. Le problème fut étudié et résolu par Dupont d'une façon un peu différente, plus en rapport avec les bases mêmes de l'organisation de Rancié à cette époque. On sait qu'alors, suivant une coutume qui, remontant au moyen âge, s'est continuée jusqu'à la loi du 15 février 1893, les mineurs de Rancié se payaient eux-mêmes par la vente qu'ils faisaient directement du minerai de fer abattu et extrait par eux; chacun avait ainsi le droit de piquer, de sortir de la mine et de vendre, par jour, un certain nombre de « voltes », dont le produit constituait son salaire; c'était une application, du reste malheureuse, du « salaire en nature ». L'idée proposée pour la caisse de secours et consacrée par l'ordonnance royale du 25 mai 1843 consistait à réclamer des ouvriers valides l'exécution d'un travail supplémentaire, de « voltes » additionnelles dont la vente devait profiter aux camarades malades ou infirmes. Au lieu d'un prélèvement en argent sur le salaire de chacun comme dans toutes les institutions analogues, on procédait par une prestation à fournir en nature. Ce n'était pas le tout d'avoir posé sur le papier les bases du règlement, il fallait l'appliquer, et, pour cela, le faire adopter par une population qui n'a jamais passé pour commode à manier, ni disposée à accepter les innovations qui troublent ses coutumes séculaires. Dupont s'y entremit avec ardeur; il passa plusieurs mois à convaincre les ouvriers. Puis, lorsqu'on dut commencer l'application, il pensa devoir user de son autorité officielle pour assurer la fidèle exécution du règlement. Il aimait à raconter qu'il avait revêtu son uniforme et qu'avec son prestige ainsi accru auprès de ces populations restées, alors surtout, assez primitives, il allait se placer à l'orifice de la galerie par laquelle les ouvriers sortaient le minerai pour s'assurer que les « voltes » de la Caisse de secours étaient bien déposées dans la case à ce destinée et non vendues par les ouvriers à leur profit comme leurs

« voltes » ordinaires. Grâce à ses efforts, l'ordonnance fut acceptée, et elle a été appliquée jusqu'à la transformation de l'antique organisme de Rancié par la loi du 15 février 1893.

Les faits qui ont exigé au début d'une carrière un travail exceptionnel laissent une trace profonde que rien souvent ne peut plus effacer. Vingt ans plus tard, dans la seconde édition de son *Traité sur la législation des mines* (t. II, p. 8), Dupont se demandait s'il n'y aurait pas avantage à réclamer des ouvriers, en faveur des caisses de prévoyance, une production supplémentaire, au lieu de leur imposer une retenue sur le salaire. Un peu plus d'attention lui aurait peut-être montré que la tâche supplémentaire est une charge effective dont l'intéressé est directement atteint, un effort en plus qu'il lui faut subir, sans compter que cette prolongation de travail entraîne des complications pratiques diverses. La retenue sur le salaire est, au contraire, ou devient plus ou moins promptement nominale; lorsque l'ouvrier débat son paiement avec le patron, il discute sur le salaire net et non brut, sur ce qui lui restera effectivement dans la main, à la paie, après toutes les déductions convenues. Les pratiques absolument arriérées de Rancié sur les rapports entre le capital et le travail ne pouvaient se répandre au-delà de ce coin de terre où il a fallu même un concours de circonstances spéciales pour leur permettre de durer si longtemps.

Cette question des institutions de prévoyance resta toujours chère à Dupont; la générosité de son cœur, facilement ouvert aux infortunes, lui avait fait songer pour la faire aboutir à des moyens dont le libéralisme du juriste eût dû lui faire sentir les inconvénients. C'est ainsi qu'il fut conduit à soutenir (*Traité pratique*, 2e édition, t. II, p. 37 et suivantes) que les institutions de prévoyance devaient être rendues obligatoires sur toutes les mines de

par la loi, avec subvention forcée de l'exploitant. Lorsque, vingt ans après, le Parlement discutait les propositions qui devaient aboutir au vote de la loi du 29 juin 1894 sur les caisses de secours et de retraites des ouvriers mineurs, l'école socialiste ne manqua pas de se saisir des arguments de Dupont en faveur de l'obligation de ces caisses, à l'encontre de ceux qui, pour de multiples motifs, la combattaient : les uns, à un point de vue général, parce qu'ils croyaient que les institutions fondées sur la liberté ont plus d'avenir et de vitalité et rendent plus de services que celles qui ne résultent que de la contrainte ; les autres, pour des raisons tenant plus spécialement aux mines, parce qu'ils protestaient contre le régime exceptionnel qu'on voulait imposer à l'industrie extractive au lieu du régime du droit commun industriel. Ces idées étaient vivement soutenues par les exploitants, et présentées, en leur nom, par Dupont lui-même qui, au moment de ces discussions, avait pris sa retraite et était entré dans les Conseils d'administration de diverses Compagnies. Aussi fut-il assez vivement critiqué pour ce changement d'idées ; il répondait, il est vrai, en faisant observer que, à l'époque où il proposait l'obligation des caisses de mines, elles étaient encore des exceptions et qu'il paraissait opportun de les répandre ; lorsque, vingt ans après, on voulait les rendre obligatoires, elles existaient partout et fonctionnaient d'une façon convenable ; les mœurs ayant précédé la loi, il devenait inutile et, par suite, fâcheux que la loi voulût refaire les mœurs. Déjà, en 1872, il avait paru indiquer une évolution de ses premières idées dans une communication à l'Académie des Sciences morales et politiques où il avait fait l'exposé comparé des caisses de secours des mines françaises et étrangères. Il y avait insisté sur la convenance de conserver les institutions qui s'étaient créées chez nous, de leur laisser leur autonomie et leur individualisme par

mine, sans se prononcer explicitement toutefois sur la question de savoir si la loi devait ou non rendre l'institution obligatoire là où elle n'existerait pas.

De Vic-Dessos, Dupont passa à Montpellier à la fin de 1843. Il put, dans ce poste, s'initier aux choses de chemins de fer, y étant chargé, en dehors du service ordinaire des mines, du contrôle d'un des premiers chemins de fer que nous ayons eus, celui de Nîmes à Montpellier.

A peine venait-il d'arriver à sa nouvelle résidence, sa situation personnelle était déjà telle que le maire de Cette lui demandait, au nom de sa municipalité, en septembre 1844, de procéder à l'étude d'une adduction d'eau pour sa ville. Quelques mois après, le jeune ingénieur fournissait, en réponse, deux projets complets : dans l'un, on dérivait l'eau de l'Hérault au-dessous du canal du Midi ; ce projet différait de celui antérieurement produit en 1842 par l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées Verla en ce que Dupont projetait d'emprunter, en outre, à l'Hérault la force motrice nécessaire pour filtrer et élever les eaux, tandis que le projet Verla comportait des machines à vapeur élévatoires. Par l'autre projet on amenait à Cette les eaux de la source de l'Isanka. Dupont se prononçait pour le premier projet, parce qu'il craignait l'insuffisance du débit de la source pendant l'été. Pour mettre l'opinion publique en mesure de se prononcer, Dupont publia (*) son rapport sur la description et la comparaison des deux projets. Il devait quitter Montpellier sans que la question eût été résolue.

Avant de partir, il donna une nouvelle preuve de son activité et de sa nature généreuse. Sous l'influence vrai-

---

(*) ***Étude comparative de deux projets d'approvisionnement d'eau de la ville de Cette, à l'aide de la rivière d'Hérault et de la source d'Isanka.*** **Montpellier, chez Bahm, 1845, 1 broch. in-4° de 115 p., avec deux planches.**

semblablement des idées qui hantaient tant d'esprits au lendemain de la Révolution de 1848, il s'était proposé et avait obtenu de l'Administration de faire sur les appareils à vapeur des cours publics, plus spécialement destinés aux chauffeurs et mécaniciens.

Au reste, il allait pouvoir s'occuper plus activement et plus fructueusement de la classe ouvrière avec la Direction de l'École des maîtres ouvriers mineurs d'Alais qu'il prit à la fin de 1848, lorsque Callon, qui venait d'organiser cette institution, fut appelé à l'École des Mines de Paris pour suppléer Combes dans la chaire d'exploitation des mines. Dupont devait rester douze ans à Alais à la Direction de l'École; en même temps, il remplit successivement les fonctions d'Ingénieur ordinaire, puis, à partir de 1858, celles d'Ingénieur en chef du service de ce district dont on sait toute l'importance au point de vue minier, et alors aussi au point de vue métallurgique. Son rôle à l'École fut plus spécialement important. Il s'immisça ainsi pour la première fois dans l'enseignement technique dont il ne devait plus cesser de s'occuper jusqu'à la fin de sa carrière, passant successivement de l'École d'Alais à celle de Saint-Étienne et de celle-ci à l'École de Paris.

Cette École des maîtres ouvriers mineurs d'Alais était née d'une initiative prise en 1841 par la municipalité de la ville, dont M. Serre (*) était alors maire, avec le concours de M. Thibaud, Ingénieur en chef et de M. Varin, Ingénieur ordinaire du Service des Mines à Alais. M. Varin, dans ses propositions primitives, avait principalement insisté sur l'insuffisance, en nombre et en capacité, des quelques maîtres-mineurs qui se trouvaient alors dans un bassin dont on devinait le développement prochain à la suite de la création des chemins de fer que Talabot y avait inaugurés. Après plusieurs études et des remaniements

(*) M. Serre a été le beau-père de M. l'Ingénieur des Mines Parran.

successifs, l'idée fut officiellement consacrée par l'ordonnance royale du 22 septembre 1843.

L'École ne devait être, au début, qu'une institution bien modeste en ses installations et dans son organisation. Deux salles du collège communal y devaient suffire, et le principal de ce collège devait être chargé de l'administration matérielle des élèves qu'il prenait en pension au prix de 360 francs.

L'ordonnance de 1843 n'avait fixé qu'un principe. Pour lui faire sortir effet, il fallut, on le sait, que l'Administration chargeât Callon de ce soin. C'est en 1845 que celui-ci arrêta toutes les dispositions qui devaient permettre à l'institution de fonctionner, sans craindre, sur plusieurs points, de modifier les clauses de l'ordonnance organique. En novembre 1845, les premiers élèves entraient à l'école.

Dupont, succédant trois ans après à Callon dans cette direction, se préoccupa surtout de maintenir l'École dans la voie si magistralement entrevue et si soigneusement tracée par celui-ci : ne recevoir que des ouvriers et ne faire que des maîtres-mineurs ; se garder de vouloir faire des ingénieurs ou mieux de prétendus ingénieurs. Aussi bien, l'École prospérait sous les auspices des sages règlements de Callon. Dès 1850, les locaux primitifs étaient devenus insuffisants, et il fallut procéder, en 1853, à de nouvelles constructions pour assurer à l'institution les développements indispensables.

C'est pour venir en aide à l'instruction de ses élèves qu'il dressa et publia, en 1853, les *Tableaux géologiques des terrains* (*), qui ne laissèrent pas d'avoir quelque utilité à cette date. Une phrase du deuxième tableau relatif aux gîtes métallifères nous montre bien les préoccu-

(*) 1 vol. petit in-f° de 10 tableaux doubles.

pations qui inspirèrent toute sa vie. Après avoir insisté sur la large répartition des mines de fer dans le monde, il ajoute : « Voyons donc le doigt de Dieu dans un fait si « heureux pour l'humanité tout entière, et sachons recon- « naître que la géologie raconte aussi les bienfaits de la « divine Providence. »

Lorsque Dupont, s'élevant successivement dans sa carrière, prit en 1852 la direction de l'École des Mines de Saint-Étienne, il trouvait là un établissement d'un tout autre ordre, qui suivait normalement et heureusement ses destinées; sans bruit, avec des moyens très simples, on préparait les ingénieurs qui ont été les éléments et ont fait la force de notre industrie minérale. Trois professeurs, aidés de deux répétiteurs, suffisaient à accomplir cette tâche en deux ans de scolarité. Les résultats méritaient d'autant mieux d'être remarqués que les élèves n'entraient qu'après des études assez peu poussées. Pendant les six ans que Dupont la dirigea, l'École resta comme les peuples heureux, elle n'eut pas d'histoire. Le directeur, qui n'avait pas de cours à professer, dont la besogne administrative était assez réduite avec les conditions rudimentaires de l'établissement, pouvait employer sa sollicitude à faciliter les débuts des élèves et à assurer leurs destinées. Dupont ne faillit pas à ses devoirs de haute tutelle.

L'École de Saint-Étienne a toujours été considérée, pour ses professeurs et directeurs, comme un acheminement à l'École des Mines de Paris. Dupont vint d'abord à cette dernière comme professeur. En 1868, M. Lamé Fleury, qui était titulaire de la chaire de législation, fut nommé secrétaire du Conseil général des Mines. Malgré son désir, malgré un vœu pressant du Conseil de l'École des Mines, l'Administration supérieure exigea qu'il se démît de son cours. Nul n'était alors plus qualifié pour lui succéder que Dupont, l'auteur apprécié d'un excel-

lent ouvrage sur la matière. Il a donné ces leçons pendant quatorze ans jusqu'à sa retraite, en 1882.

Il n'est pas très aisé de faire un bon cours de législation à l'École des Mines, j'entends un cours qui profite réellement et effectivement aux élèves, dans les vues pratiques que cet enseignement doit avoir. Parmi les matières qu'on enseigne à l'École, le droit est de celles que les élèves doivent aborder sans préparation antérieure. On est donc amené à faire précéder l'étude de la législation des mines, qui est le but plus direct du cours, sa raison d'être, par un examen des généralités des diverses branches du droit, mais on risque de rebuter les auditeurs par des développements dont l'aridité s'accroît de la forme condensée qu'il faut leur donner. Dupont avait préféré suivre une marche moins rationnelle en vue de saisir plus sûrement et tout de suite l'attention des élèves. Il abordait directement la législation des mines et terminait par les généralités sur le droit administratif. Il serait difficile de dire s'il avait tort au point de vue des résultats. Ceux qui ont suivi son cours n'ont pas oublié la vivacité qu'il mettait dans ses exposés comme dans son débit : il gardait comme professeur tout ce qui caractérisait son allure.

A ses leçons de législation qui constituaient la partie essentielle et principale du cours, Dupont devait ajouter quelques leçons d'économie politique, ou, plus exactement, d'économie industrielle. Le temps qu'il y pouvait consacrer était trop mesuré pour que ces leçons eussent une importance sérieuse. Si on veut connaître sa doctrine en ces matières, il faut consulter un petit ouvrage publié par lui à la fin de 1871 (*), à une époque où l'on s'ingéniait à chercher les moins mauvaises formules d'impôts nouveaux à créer en France pour satisfaire aux charges qui

(*) 1 brochure in-12, de 66 pages. Paris, 1872, chez Dentu.

nous accablèrent alors. Notre professeur voulut dire sa pensée dans une brochure trop condensée pour n'être pas une profession de foi plus qu'un exposé de doctrine ou une démonstration. Son petit livre est comme imprégné de citations de livres saints ; il ne faut pas s'en étonner; car il commence par établir les « Rapports de la religion avec la politique et l'économie politique », « convaincu », dit-il, que « Dieu ne doit pas plus être banni de l'économie politique que de la politique ». Il se proposa avant tout de déterminer quel est l'impôt « juste ». Après avoir repoussé l'impôt sur le revenu, qui ne peut être, ajoute-t-il, que vexatoire ou arbitraire, surtout dans la forme progressive, qu'il qualifie de « révolutionnaire », il montre les avantages des multiples combinaisons de la taxation française, de la combinaison notamment de nos quatre contributions directes avec nos impôts indirects; il demande, pour les compléter, un impôt sur les valeurs mobilières et des droits sur les matières premières et les textiles : « Les voter, c'est voter la libération du territoire », telle est sa conclusion.

C'est moins dans sa chaire que Dupont a laissé une trace importante à l'École des Mines que comme Inspecteur, et on peut ajouter comme Directeur, par suite des circonstances spéciales et diverses qui se présentèrent à cette époque. Si les Écoles d'Alais et de Saint-Étienne n'avaient pas eu d'histoire pendant qu'il y avait passé, celle de Paris devait en avoir une, et singulièrement poignante.

Lorsqu'il fut nommé Inspecteur de cette École, en mai 1870, à la place de Gruner promu Inspecteur général de 1re classe, Combes était Directeur; celui-ci était à la fin de sa carrière administrative, fatigué par la maladie qui allait l'enlever si peu après ; il devait être assez naturellement porté à s'en remettre, pour la direction de l'établissement, à un Inspecteur actif, ardent, que toute une

vie passée dans les Écoles techniques de l'Administration des Mines paraissait avoir plus spécialement préparé à son poste actuel. Aussi bien, les événements allaient donner effectivement à Dupont les pouvoirs directoriaux. Combes n'avait pu regagner Paris à raison de l'état de sa santé, lorsque l'investissement de la capitale devenait imminent; une décision ministérielle du 17 août 1870 confia l'intérim de la direction à Dupont. D'enseignement à l'École pendant le siège, il ne pouvait naturellement pas y en avoir. Nous avons donné ici même (*) tous les détails de ce que Dupont dut faire et réussit à exécuter à l'École pendant cette triste période ; il lui fallut prendre des mesures pour abriter contre les effets possibles du bombardement les objets les plus précieux des importantes collections dont il avait la charge et pour arrêter immédiatement tout commencement d'incendie ; l'événement justifia l'utilité des dispositions adoptées : deux obus tombèrent sur l'École ; le feu mis par l'un d'eux à la collection de paléontologie fut immédiatement éteint. En même temps Dupont installait dans les salles du rez-de-chaussée une ambulance de malades, établie et administrée sous sa surveillance dans des conditions qui lui valurent les félicitations de l'autorité militaire. Simultanément il s'occupa activement avec M. Moissenet, résidant à l'École comme directeur du laboratoire, et qui fut plus spécialement chargé du travail, de la construction dans les terrains de la Pépinière du Luxembourg, d'une vaste poudrière qui rendit de sérieux services à l'autorité militaire et que les fédérés essayèrent vainement de faire sauter en mai 1871 (**).

(*) Voir *L'École des Mines de Paris. Notice historique.* 8e série, t. XV p. 433.

(**) Nous avons montré dans notre *Notice sur l'École des Mines* que, contrairement à ce qui avait été dit et même écrit, notamment par Maxime du Camp, il n'y avait eu de la part des fédérés qu'une tentative qui n'avait pas réussi.

Dès la conclusion de l'armistice, Dupont, sur l'invitation de l'Administration, en l'absence de Combes, prenait, d'entente avec le Conseil de l'École, les mesures nécessaires à la reprise immédiate des cours; ils commençaient en effet le 15 mars 1871 ; mais, dès le 22 mars, à la suite des événements du 18, le Conseil estimait qu'il y avait lieu de renvoyer les élèves dans leurs familles ; les cours étaient effectivement suspendus le 23; et, le 24, l'Administration supérieure approuvait cette mesure. Combes et Dupont se retirèrent à Versailles, laissant l'École à la garde de Rigout, préparateur de chimie, Audebez, secrétaire-régisseur, et Launay, garde-magasin, tous trois logés à l'École à raison de leurs fonctions. Nous ne redirons pas comment ces braves gens surent préserver l'établissement confié à leur garde des folles tentatives de Pariset et Décot dans leur fabrication d'engins explosifs.

La marche normale de l'École reprenait le 10 juin 1871 : Combes et Dupont, qui s'étaient réunis à Orléans, dès le commencement de juin, pour attendre le moment où ils pourraient regagner Paris, y étaient, en effet, revenus le 4 juin. Combes, atteint par la limite d'âge, devait cesser ses fonctions de Directeur le 1er janvier 1872; dix jours après, il succombait à la maladie qui le minait depuis longtemps. Les compétitions et les discussions extrêmement vives, soulevées par sa succession, ne finirent par être vidées que six mois après avec la nomination de Daubrée. Pendant cet interrègne, qui comprenait en somme la meilleure partie de l'année scolaire, l'intérim de la direction fut confié à Dupont. Si, avec l'arrivée de Daubrée, Dupont cessa d'être le Directeur effectif, son influence dans la direction n'en resta pas moins prédominante par la suite. Tout devait concourir à un pareil résultat : le rôle personnel qu'il venait de remplir pendant deux ans; son activité et la nature de son tempérament qui se conciliaient sous ce rapport avec les tendances de Daubrée : fort occupé de ses

recherches et travaux scientifiques, peu porté aux choses de pure administration, celui-ci ne devait pas demander mieux que de s'en remettre à un collaborateur zélé et compétent, avec lequel il était en communion d'idées.

La direction d'un établissement comme l'École des Mines de Paris ne va pas sans soulever de ces difficultés et partant de ces luttes inhérentes à toutes œuvres qui mettent en contact des hommes auxquels leurs fonctions mêmes peuvent donner des vues différentes. Une École professionnelle, si élevé que puisse être son enseignement, n'est ni un Collège de France, ni une Faculté des Sciences. La direction doit se préoccuper de coordination et de limitation de programmes et de nécessités budgétaires qu'oubliera volontiers le professeur qui croit à l'utilité plus spéciale de son enseignement. La Direction de Daubrée et de Dupont, — nous venons de dire pourquoi nous ne les séparons pas, — n'a pas échappé à ces luttes, à ces difficultés et aux critiques qui en sont la suite naturelle. L'heure est déjà venue où l'on doit les oublier.

Entre temps, dans les douze ans que dura l'Inspectorat de Dupont depuis la reprise de la vie normale en 1871, l'École des Mines de Paris suivit ses destinées sans que son histoire ait été marquée par quelque événement plus spécialement saillant. En dehors des développements donnés à la collection de paléontologie, qui ont été l'objet en leur temps de si vives discussions, rien ne fut changé dans les installations matérielles ; les programmes ne subirent pas de modifications importantes, si ce n'est la création en 1879 du Cours de Géologie appliquée en remplacement du Cours d'Agriculture, et le dédoublement, à cette même date, du Cours unique de Construction et Chemins de fer en deux cours distincts ; le mode d'enseignement resta sans changements.

A Paris, comme à Saint-Étienne, en outre de ses fonctions officielles, Dupont continua à se préoccuper avec la

plus vive sollicitude du placement dans l'industrie des élèves externes. La reconnaissance de tous ses anciens élèves lui est restée à ce titre justement acquise.

Nous venons de suivre, dans ses étapes successives, la longue carrière administrative d'Étienne Dupont. Nous devons, pour achever de faire connaître son œuvre, rappeler des travaux qui sont plus personnels et qui n'ont pas peu contribué à établir sa notoriété ; nous voulons parler de ses études sur la législation des mines et le droit minier, sans revenir sur les diverses publications que nous avons eu déjà l'occasion de mentionner.

Lorsqu'il fut chargé de l'important service des mines d'Alais, Dupont comprit l'utilité d'un livre, essentiellement pratique et méthodique, qui pût servir de guide tant aux exploitants et aux usiniers qu'aux ingénieurs de l'État dans les difficultés administratives qu'ils rencontrent incessamment. La littérature spéciale n'offrait pas de grandes ressources à cet égard : ici des ouvrages vieillis ou incomplets ; là des documents trop épars.

Les trois articles, célèbres en leur temps, que Migneron avait publiés dans les *Annales des Mines* en 1832-1833, portaient sur la philosophie plus que sur la pratique du droit minier.

De 1833 à 1848, chaque livraison de ces *Annales* était enrichie de notes très précieuses où de Cheppe, Maître des Requêtes au Conseil d'État et chef de la Division des Mines au Ministère des Travaux Publics, commentait, avec une autorité spéciale due à cette situation et à une science administrative et juridique profonde, les plus intéressantes décisions intervenues en matière de mines, minières, carrières, usines minéralurgiques et appareils à vapeur. De Boureuille, devenu à son tour chef de la Division des Mines, avait tout d'abord continué cette série ; elle fut définitivement arrêtée en 1850. Si nombreuses qu'aient été ces notes, elles ne touchaient qu'à des points spéciaux, à des

affaires particulières. Leur ensemble était moins que commode à consulter.

Comme ouvrage didactique, laissant de côté la publication de Locré, de 1828, si spéciale, il n'y en avait que deux parus en 1838.

Le premier, le traité de A. Delebecque (*), était composé plus pour la Belgique que pour la France. Encore que les deux pays aient pour fondement de leur droit minier la même loi du 21 avril 1810, la pratique administrative et la jurisprudence judiciaire ne laissent pas de présenter de notables différences : l'organisation de l'Administration n'est pas la même ; puis, au moment où le traité de Delebecque paraissait, la Belgique avait modifié la loi organique de 1810 par la loi du 2 mai 1837, tandis que notre loi du 27 avril 1838 n'avait pas encore été rendue. A toutes ces différences s'en joignait une autre venant du plan même de l'ouvrage. Delebecque avait consacré la moitié de son œuvre à l'exposé du droit minier de l'Étranger et des temps anciens. Dans l'autre moitié, qui seule avait une portée plus pratique, il s'était occupé de la législation des mines au point de vue du droit civil plus que du droit administratif.

L'ouvrage de A. Richard (**), fait essentiellement pour la France, avait été publié la même année, mais avec un intervalle suffisant pour que l'auteur ait pu tenir compte des modifications si importantes apportées dans la loi du 21 avril 1810 par notre loi du 27 avril 1838. Toutefois, le sujet des déchéances de mines et les autres points traités dans cet acte étaient encore trop nouveaux pour

(*) *Traité sur la législation des mines, minières et carrières en France et en Belgique*, par Delebecque. Paris, Mathias, 1838, 2 vol. in-8° de 369 et 513 pages.

(**) *Législation française sur les mines, minières, carrières, tourbières, salines, usines, établissements, ateliers, exploitations où se traite la matière minérale*, par A. Richard, avocat, ancien sous-préfet. Paris, 1838, Carillan-Gœury ; 1 vol. in-8° de 80 pages.

que Richard ait pu les exposer convenablement. La loi sur le sel du 17 juin 1840 n'avait pas encore été rendue, et l'auteur n'avait pu qu'indiquer l'état des discussions confuses qui se poursuivaient depuis 1825 à la suite de la découverte du gîte de sel gemme de l'Est.

Le traité publié en 1842 par Peyret-Lallier (*), d'une portée doctrinale plus haute, n'était qu'un commentaire, par article, des deux lois des 21 avril 1810 et 27 avril 1838 fait au point de vue à peu près exclusif du droit civil et point du droit administratif.

Le livre dont Dupont donna la première édition en 1853 (**) venait donc bien à son heure; le succès qu'il eut montra que l'auteur avait atteint son but; on peut effectivement considérer comme ayant particulièrement réussi un ouvrage sur le droit des mines dont la seconde édition se publie moins de dix ans après la première; c'est en 1862, en effet, que parut la deuxième édition du traité de Dupont (***). Heureux temps, il est vrai, temps héroïques, pourrait-on dire en les comparant aux nôtres, où en dix ans on n'avait pas rendu une loi nouvelle, un règlement nouveau sur la matière! Puis le sujet était plus étendu qu'aujourd'hui; ce droit spécial comprenait les usines avec les mines; la couche des consommateurs était plus profonde. Le livre, du reste, méritait son succès par son côté d'utilité pratique, immédiate : l'auteur s'était assez peu préoccupé des discussions de doctrine, des sujets de pure théorie, et

(*) *Traité sous la forme de commentaire sur la législation des mines, minières, carrières, tourbières, usines, sociétés d'exploitation et chemins de transports*, par M. Peyret-Lallier, avocat, ancien membre de la chambre des députés. Paris, 1842, 2 vol. in-8°.

(**) *Traité pratique de la jurisprudence des mines, minières, forges et carrières à l'usage des exploitants, maîtres de forges, ingénieurs et fonctionnaires ressortissant au Ministère des Travaux publics, de l'Intérieur et de la Justice.* Carillan-Gœury et V. Dalmont, Paris, 1853; 2 vol. in-8°.

(***) Sous le même titre, mais avec trois volumes au lieu de deux, par suite des développements accessoires de diverses questions.

surtout de théorie de droit civil. C'est pourquoi, notamment on s'explique qu'il parle, en moraliste, des « devoirs » des concessionnaires, bien qu'il ne dût pas ignorer que le juriste ne connaît que « des droits et des obligations ».

Plus tard, lorsque notre droit minier fut successivement modifié par la loi du 9 mai 1866, puis plus profondément, au point de vue des mines, par la loi du 27 juillet 1880, Dupont publia, en 1881, un dernier ouvrage (*) qui n'était que la reproduction de la partie de son cours consacrée à la législation des mines. Il voulait donner le commentaire immédiat de cette loi du 27 juillet 1880 à la préparation de laquelle il n'avait pas laissé de prendre une part assez importante par les notes développées qu'il avait remises à l'Administration supérieure (**). Le livre venait trop tôt pour donner tous ses fruits. Il n'y avait pas encore assez de recul pour fournir un commentaire complet et autorisé de la loi de 1880.

Ce fut là son testament administratif. Officier de la Légion d'honneur depuis 1875, nommé Inspecteur général de 2e classe en 1877, il fut atteint par la limite d'âge le 15 août 1882, en pleine vigueur physique et intellectuelle. Aussi, d'importantes sociétés industrielles s'empressèrent-elles de recourir à sa pratique et à son expérience consommées en le faisant entrer dans leurs conseils. Il devint Ingénieur-conseil des mines de Blanzy, Administrateur des mines de Carmaux et de la Société de Vezin-Aulnoye dont il présida le Conseil. Il se donna à cette nouvelle tâche avec la même ardeur, pour la plus grande utilité des sociétés qui avaient fait appel à son concours, sans la

(*) *Cours de législation des mines.* Paris, 1881, chez Dunod. 1 volume in-8° de 741 pages.

(**) Elles sont condensées dans une note lithographiée de 139 pages tellière, en date du 3 avril 1875, sous le titre : *Développements à l'appui des propositions de modifications à la loi de* 1810, suivis du texte des modifications effectivement proposées.

moindre défaillance jusqu'à son dernier jour. A plusieurs reprises, dans les débuts de ces nouvelles occupations, à un moment où les intérêts collectifs des exploitants de mines français n'avaient pas la représentation normale et permanente d'aujourd'hui, Dupont eut le mandat de défendre ces intérêts dans la discussion des projets soumis au Parlement. C'est à ce titre qu'il présenta des observations au sujet des diverses propositions de lois soumises au Parlement en faveur des ouvriers mineurs (*). Il prit une dernière fois la plume pour combattre, dans un mémoire étendu (**), le projet de loi sur les mines déposé par le Gouvernement en 1886. Dupont avait vécu trop longtemps dans le culte de la loi de 1810 pour ne pas s'élever avec vigueur contre toutes les innovations de ce projet jusqu'à celle de prétendre toucher à la forme même, au numérotage de la loi de Napoléon. Et, cependant, parmi les modifications qu'il suffisait, suivant lui, d'introduire dans cet antique texte, se trouvait, pour l'article 49, un paragraphe 3, d'après lequel on pouvait poursuivre la déchéance et le retrait d'une concession, restée inexploitée trois ans sans cause reconnue légitime. C'était là certes une innovation considérable aux règles de 1810, une atteinte profonde au principe de l'assimilation de la mine à la propriété d'un champ, cette pierre angulaire de l'œuvre du législateur impérial ; et le conservatisme de Dupont n'avait pas reculé devant ce changement.

Ce fut sa dernière œuvre de publiciste et de polémiste. Il resta depuis confiné dans la gestion immédiate des grands intérêts de l'industrie privée auxquels il avait été mêlé.

(*) Deux brochures furent publiées sur ce sujet, en 1883, in-4°, chez Chaix.

(**) Sous le titre : *Observations au sujet du projet de loi sur les mines présenté par le Gouvernement le 25 mai 1886*. 1 brochure in-4° de 214 pages. Paris, Chaix, décembre 1886.

Ainsi s'est passée la carrière de M. Étienne Dupont. Si elle n'a pas été marquée par quelqu'un de ces travaux qui sortent de pair leur auteur, elle a été du moins remplie par des occupations et des œuvres toujours utiles, aux résultats souvent féconds. Bien réglée, sa vie a été heureuse. Nous avons vu son enfance s'écouler, chose bien rare à cette époque, dans les meilleures conditions d'une vie de famille continue. Jeune encore, un mariage avec une compagne d'élite l'avait fait entrer dans une des familles les plus considérées de Toulouse. Il avait vu son fils réussir pleinement dans la carrière des chemins de fer qui était à côté de celle par lui parcourue. Sa fille s'était donnée à Dieu dans un des ordres les plus austères et les plus retirés du monde. Pour lui ce n'était pas une séparation, mais plutôt une consolation et une espérance : il n'était pas seulement, en effet, un catholique remplissant régulièrement les devoirs de sa religion, il était un croyant convaincu, à la foi profonde, qu'il proclamait volontiers tout haut, comme nous le lui avons vu faire en tant de circonstances. Avec la foi agissante, il avait la charité active, s'intéressant à toutes les œuvres catholiques, et plus spécialement à celles d'une utilité sociale plus haute, comme les orphelinats agricoles (*).

Jusqu'à la fin il conserva cette belle ardeur des fortes convictions qu'il avait sur toutes choses. La vivacité de son allure accroissait l'impression laissée par son commerce : le geste rapide et abondant, la mobilité du corps, la voix forte et martelée où l'on entendait comme des résonances d'intonations méridionales, augmentaient l'effet de sa parole dans la conversation et dans la

(*) En 1873, il a publié, comme rapport sur les orphelinats agricoles, une monographie de la colonie établie à Servas dans le Gard par Varin d'Ainvelle qui fut Ingénieur en chef des Mines dans le Gard (promotion de l'École Polytechnique de 1823) et a été député et maire d'Alais ; c'est lui, nous l'avons dit, qui étudia, le premier, l'établissement de l'École des maîtres-ouvriers mineurs de cette ville.

discussion. A peine dans les derniers temps devinait-on sa vivacité atténuée, comme s'il était assombri par le discrédit dont il voyait frappées les idées sociales et religieuses qui lui avaient toujours été plus spécialement chères. Il resta entier sans avoir connu les infirmités de la vieillesse ; quelques souffrances sont venues lui donner un avertissement dont il n'avait certes pas besoin ; il était de ceux toujours prêts à répondre à l'appel, quelle qu'en fût l'heure, parce qu'il croyait que la vie ne doit être qu'un acheminement vers les éternelles consolations de l'au-delà.

ÉTUDE

SUR

LE GISEMENT DE LA CAUNETTE

ET SUR

LE TRAITEMENT DE SES MINERAIS

Par M. M. BERNARD, Ingénieur des Mines.

Emplacement. — Le gisement de la Caunette est situé à 14 kilomètres au nord de Carcassonne, sur le plateau peu élevé (cote 250) qui forme le premier gradin du soulèvement de la Montagne-Noire, et à la limite des terrains modernes et des terrains anciens.

Ce plateau porte une profonde échancrure creusée par la rivière l'Orbiel, qui coule du nord au sud; dans cette vallée étroite, profonde de 100 mètres, passe la route de Carcassonne au Mas-Cabardès; c'est sur le bord de cette route que débouche le travers-bancs qui donne accès à la mine et que s'étendent les bâtiments d'exploitation, de laverie et de fonderie.

La vallée de l'Orbiel s'enfonce, en devenant de plus en plus profonde, jusqu'au cœur de la Montagne-Noire, dont la ligne de faîte n'est éloignée que de 12 kilomètres vers le nord; à droite et à gauche le relief s'élève par gradins, formant un second, puis un troisième plateaux (cotes 500 et 750); sur ce dernier se montrent les sommets culminants (pic de Nore, 1.210 mètres).

Le versant sud, dont seul nous nous occupons ici, a le relief adouci et les vallées abruptes des régions schisteuses et gneissiques ; quelques escarpements calcaires font exception. Le versant nord, qui descend, du côté de Mazamet, vers la dépression séparant la Montagne-Noire des monts de Lacaune, est beaucoup plus rapide et se distingue aussi de l'autre par la présence de roches éruptives (granulites).

Le versant sud, dans la zone dont l'Orbiel forme l'axe et qui constitue l'ancien pays de Cabardès, est fréquemment et diversement minéralisé ; les cassures et les remplissages de la région ont une analogie assez étroite, non seulement entre eux, mais avec le gisement le plus méridional, le mieux connu et probablement le plus complexe, celui de la Caunette.

Nous sommes donc conduit à réunir à la description qui forme le sujet principal de cette note une étude sommaire de la géologie et des filons du Cabardès.

Aperçu géologique. — Au point de vue géologique, les terrains sont peu nombreux et, bien que ceux de la série ancienne soient sans fossiles, M. Bergeron a pu déterminer leur âge en les suivant jusque dans la région fossilifère de l'Hérault.

La vallée de l'Orbiel fournit une excellente coupe naturelle, et voici ce qu'on y rencontre en la remontant depuis Conques jusqu'au Mas-Cabardès (Voir *fig.* 1, Pl. XI, et *fig.* 1, Pl. XII) :

Terrains récents. — 1° Le calcaire à Nummulites, qui forme un escarpement dominant le plateau ancien où se trouve le château de la Caunette (Pech de Montredon, cote 365) ;

2° Une couche de marnes blanches et rouges, sans fossiles, qui fait place, à droite et à gauche de la vallée, à

une formation toute locale, très peu étendue, intéressante par sa nature et par l'emploi qu'on en a fait à la fonderie de la Caunette. C'est un banc de grès à peine aggloméré, puissant de quelques mètres et provenant, à n'en pas douter, de la démolition d'un dyke ou d'un massif granulitique. Ce grès contient 84 p. 100 de silice; il est formé de quartz à peine roulé, dominant, d'orthose blanc et rose, de mica blanc et de tourmaline brisée; nous y avons même rencontré un cristal de topaze long de 12 millimètres. On ne peut chercher l'origine de ce grès que dans la granulite tourmalinifère exploitée dans la vallée de l'Arnette, près de Mazamet, au nord de la formation ; la même période diluvienne qui a fourni le dépôt d'argiles emprunté aux schistes sous-jacents a donné naissance au banc de grès dont nous parlons; ce qui, d'ailleurs, indique à l'époque éocène un relief bien plus accentué de la Montagne-Noire.

3° Des couches de calcaire blanc compact et de marnes blanches non fossilifères, assimilées au danien.

Terrains anciens. — Qu'il y ait eu faille ou simplement falaise, les terrains récents viennent buter, à Lassac, contre les terrains anciens, dont voici la succession :

4° De Lassac à l'embranchement de la route de Salsigne, on traverse une bande de schistes redressés, fissiles et luisants vers le bord méridional, compacts et verdâtres vers la bordure nord;

5° Entre la limite précédente et le hameau d'Artigues, la vallée est frayée au travers d'une bande de calcaires redressés à stratification très nette avec intercalations de minces lits schisteux; le calcaire est très pur, cristallin, de couleur blanche ou rose; cette bande contient la partie exploitée du gîte de la Caunette ;

6° Entre Artigues et le village de Lastours, nouvelle formation de schistes redressés, compacts, verts, ayant la composition d'un silicate d'alumine presque pur ;

7° De Lastours jusqu'à mi-chemin du village des Ilhes, s'étend une bande de calcaires redressés, identiques d'aspect avec la formation n° 5, et dans laquelle M. l'Ingénieur en chef Wickersheimer a rencontré des débris d'Encrines; c'est sur un bloc isolé et escarpé de ce calcaire que s'élèvent les châteaux ruinés de Lastours qui, dès le VIIIe siècle, commandaient l'entrée du Cabardès. Dans cette bande, on explore un gîte auro-argentifère très intéressant, dont nous reparlerons tout à l'heure ;

8° De la limite précédente jusqu'au-dessus des Ilhes on rencontre des schistes redressés identiques à ceux de la formation n° 6 ; leur inclinaison va en diminuant, et ils finissent par s'appuyer sur :

9° Les schistes à séricite passant aux micaschistes ;

10° Les gneiss.

Tous ces terrains s'allongent suivant la direction N. 60° E., qui est celle de la chaîne, en formant des bandes dont la largeur et la nature restent constantes dans la région étudiée.

Age des terrains. — D'après M. Bergeron (*Les terrains anciens du Rouergue et de la Montagne-Noire*), les schistes des bandes n°s 4, 6, 8 appartiennent au cambrien ; les calcaires n°s 5 et 7, au dévonien moyen.

Il y a lieu de noter, dans cette région plissée et minéralisée, l'absence de toute roche éruptive venue au jour : les plus voisines sont les granulites de Mazamet et les granites du Sidobre qui, outre leur grande ancienneté, ne paraissent avoir aucun rapport avec la région du Cabardès.

Géogénie. — L'allure des terrains, la répétition de leurs caractères pétrographiques et les inclinaisons relevées le long de la vallée nous portent à croire que leur disposition actuelle résulte d'un double plissement produit par une compression venue du Sud, et dont l'effort a buté contre

le massif cristallophyllien du Mas-Cabardès ; ce mouvement post-dévonien a donné naissance, comme le montre la coupe *fig.* 1, Pl. XI, à deux synclinaux remplis par les calcaires et séparés par un anticlinal schisteux. Ce plissement a probablement été accompagné de fractures parallèles à la chaîne et qui, minéralisées à ce moment ou plus tard, constituent un des systèmes de filons de la Caunette et de la région.

Nous n'avons trouvé aucun phénomène de plissement ou d'éruption auquel on puisse rapporter la formation du second système de fractures, dirigé N. 20° O, et qui est plus récent que le premier.

Nous signalerons cependant, à Artigues, une faille presque horizontale, postérieure au plissement et qui a rejeté légèrement vers le Sud les terrains de la rive droite de l'Orbiel.

Systèmes filoniens. — Avant d'aborder l'étude détaillée du gîte de la Caunette, nous allons jeter un coup d'œil rapide sur les filons explorés ou signalés dans la région. La majeure partie d'entre eux forment un système orienté comme la montagne, affectant aussi bien les schistes que les calcaires; ils sont à remplissage quartzeux et minéralisation de chalcopyrite dans les schistes et micaschistes, à remplissage de sidérose et cuivre gris dans les calcaires, ce qui est probablement dû à l'action des eaux sur le carbonate de chaux et la pyrite de fer et de cuivre qui ont dû constituer le remplissage initial des fractures et qu'on trouvera uniformément dans la profondeur.

Les filons quartzeux sont nombreux et minces, les autres plus rares et puissants.

Les filons du second système sont moins nombreux et moins uniformes comme direction (celle-ci varie du N.-S. au N. 25° O.) et comme remplissage. Le mieux connu est celui de la Caunette, à minéralisation plombeuse ; le filon

de Salsigne contient de la pyrite de fer ; le filon de Limousis, du cuivre auro-argentifère, et celui du Mas-Cabardès, du mispickel.

Filons du Cabardès. — On connaît (Pl. XI, *fig.* 1) :

1° Dans les micaschistes, et les gneiss, les *filons du Mas-Cabardès* et de *Labastide-Esparbeirenque*, dirigés E.-O., assez nombreux, à remplissage de quartz et fluorine avec pyrite de cuivre. Des travaux d'exploration étendus n'ont pas été suivis d'une demande en concession à cause de la faible teneur en cuivre ;

2° Le *filon de Limousis*, dirigé E.-O, fouillé en ce moment aux affleurements, donne un minerai de fer très riche, mêlé de cuivre panaché et carbonaté, et tenant environ 6 p. 100 de cuivre, 600 à 900 grammes d'argent et 15 à 30 grammes d'or à la tonne ; plusieurs lots de ce minerai ont été vendus à l'usine d'Éguilles ; le filon donne environ 800 kilogrammes de minerai au mètre d'avancement ; il paraît avoir eu pour gangue primitive du carbonate de fer ;

3° Le *filon de Lastours*, tâté par quelques coups de mine, est de direction indéterminée ; il a donné à notre laboratoire 19 p. 100 de plomb, tenant 9.098 grammes d'argent à la tonne de plomb ; c'est donc un mélange très riche de galène, de cérusite et de minerai de fer ; les recherches ont été suspendues pour attaquer le filon précédent ;

4° Le *filon de la Grave de Limousis*, dans les schistes ; très étroit, il a été rapidement perdu ; son orientation était N.-S., et son remplissage quartzeux, avec plomb et cuivre ; la teneur en argent des parties décomposées atteignait 2 kilogrammes à la tonne de minerai ;

5° Le *filon de Roquefère*, dirigé N.-S., dans les micaschistes ; épaisseur, $0^m,75$; deux lits massifs de mispickel tenant 42 p. 100 d'arsenic et non argentifère ;

6° Le *gîte de Salsigne*, concédé, appartient nettement à la catégorie des gisements de contact ; il a pour toit le calcaire de la seconde bande et pour mur le schiste de troisième ; c'est un amas massif d'hématite cloisonnée, puissant de 4 à 12 mètres, suivi sur 80 mètres de longueur et se poursuivant au-delà, connu sur 50 mètres de hauteur, et dans lequel on n'a encore fait que des traçages dont le produit suffit au débouché de ce minerai (après mouture, il est vendu comme épurateur aux usines à gaz). Les analyses indiquent de 58 à 60 p. 100 de fer et 0,02 p. 100 de phosphore ; ce serait donc un fort beau minerai de fer, que les difficultés de transport ont rendu inutilisable dans ce but jusqu'ici. Ce gîte, sans analogue connu dans la région étudiée, se rapproche énormément des couches de contact de la concession de Castanviels, du côté de Caunes, à environ 10 kilomètres vers l'Est.

En certains points de la mine, l'alternance très régulière d'une quinzaine de lits de calcaire et d'autant d'hématite, lits épais de quelques centimètres, paraît bien indiquer une origine différente de celle des fractures minéralisées.

Au toit, et seulement par places, règne une couche massive de pyrite blanche tenant 38 p. 100 de soufre et 40 grammes d'argent. Elle est à peu près inutilisée ; après exposition à l'air, on a tenté de la vendre comme remède contre la chlorose des vignes ;

7° Le *filon de Carrus*, très puissant gîte de mispickel mêlé de pyrite, dont on a assez anciennement travaillé l'affleurement ; il est au nord du précédent ; l'épaisseur de la minéralisation dépasse en certains points 3 mètres, direction Nord-Sud ;

8° Les *filons des Barreins de Fournes*, très anciennement explorés, dirigés Nord-Sud, dans les calcaires ; les affleurements sont marqués par des tranchées dont la profondeur atteint 60 mètres et qui communiquent avec une

ancienne galerie d'écoulement, laquelle, quoique éboulée, rassemble les eaux du plateau et fournit, en aval de Lastours, un débit suffisant pour accroître du tiers le volume de la rivière en temps de sécheresse. Un mineur hardi descendu dans ces excavations a trouvé des traces de travail au feu, du minerai de cuivre scheidé, et des mouches cuivreuses au front de taille. Il semble qu'on soit en présence d'un filon de carbonate de fer et cuivre gris ;

9° Le *filon de la route de Villanière*, trouvé au fond d'un petit puits ancien, avec vestiges de scories et de poteries ; ce filon galéneux n'a pas été suivi ; il paraît continuer celui de la Caunette ;

10° Les *filons de la concession de Villeneuve-les-Chanoines*, qui paraissent continuer directement les filons E.-O. de la concession de la Caunette ; cependant leur remplissage est plombeux ; ils contiennent aussi une quantité notable de cuivre ; les épontes sont de schistes ; la teneur en argent est faible (400 à 600 grammes à la tonne de plomb). Ces gisements n'ont été travaillés qu'aux affleurements, et pas sérieusement.

Signalons, en passant, que la deuxième bande calcaire (n° 7) est creusée de plusieurs grottes ayant servi d'abri préhistorique et dans lesquelles on trouve et même on exploite des ossements fossiles ; la plus connue est celle de Limousis.

Le gisement de la Caunette étant le mieux connu de ceux du Cabardès, et formant l'objet principal de cette note, nous interrompons ici l'exposé géologique pour grouper tout ce qui a rapport à cette mine.

GITE DE LA CAUNETTE.

Historique. — De ces gites, en exceptant celui des Barreins, sur lequel on ne possède aucun renseignement,

la mine de la Caunette est la seule qui ait été exploitée d'une manière un peu suivie et qui ait une histoire.

Période du moyen âge. — Au moyen âge, les travaux sont descendus de 60 mètres à partir de la surface ; on a retrouvé les pompes en bois destinées à l'épuisement.

De Gensanne, au siècle dernier, s'est aventuré dans les galeries et a relevé, sur une paroi, une inscription et une date, ANPVI 1316, que l'on a retrouvée en 1878 et que M. l'Ingénieur en chef Wickersheimer a vue, quand les travaux, poussés à partir du niveau de roulage inférieur, ont percé dans les galeries anciennes (*).

On a, récemment, recoupé une série de galeries étroites, taillées à la pointerolle, avec la régularité et la perfection qui caractérisent le travail des anciens mineurs.

Sur la nature du gîte exploité à cette époque il n'existe qu'un renseignement : c'est une lettre de remerciements adressée par l'évêque de Narbonne au seigneur de Lastours, au sujet de la couronne, faite avec l'argent extrait des mines de la Caunette, et dont ce dernier a fait don à l'église de Saint-Nazaire.

La tradition veut qu'une colonie de mineurs allemands ait été établie au village voisin de Salsigne, et elle ajoute que la mine était une mine d'argent, mais elle reste muette sur la nature du minerai d'où on extrayait le métal précieux.

Ce silence est certainement la cause pour laquelle les ingénieurs qui se sont occupés de la Caunette l'ont considérée, tout en acceptant la tradition, comme épuisée en tant que mine d'argent, parce qu'ils n'y ont pas trouvé les minéraux sulfurés et oxydés, caractéristiques.

(*) Cette inscription, découverte par un ingénieur allemand, et assez fruste, fut lue par lui WESBIG, d'où le nom de chambre Wesbig, que nous emploierons souvent.

Minerai recherché par les anciens. — Nous avons acquis la conviction contraire en recoupant les travaux anciens et les suivant de près avec le contrôle incessant du laboratoire. Les galeries étroites et les fouilles pratiquées au moyen âge laissent toujours sur leurs parois du minerai relativement riche (plus de 0,1 p. 100 d'argent) et qui ne diffère en rien, comme aspect, du minerai de teneur égale qu'on rencontre dans les régions inconnues des anciens. D'autre part, nous avons mis à découvert, à la surface, à côté de l'ancienne sortie présumée de la mine, des cases dallées, cachées sous la terre végétale, et remplies de minerai scheidé en morceaux de 2 à 3 centimètres, d'une teneur moyenne de 9,2 p. 100 de plomb et 0,0868 p. 100 d'argent. A la surface, enfin, des fouilles récentes ont mis à jour des hématites d'aspect insignifiant, contenant de 0,3 à 0,7 p. 100 d'argent, teneur excessivement rémunératrice avant l'avilissement des métaux précieux.

Aussi demeurons-nous convaincu que le gîte exploité par les anciens ne différait en rien du gisement actuel, sauf peut-être par une concentration de l'argent un peu plus prononcée vers la surface ; les mineurs de cette époque devaient avoir acquis une connaissance suffisante pour reconnaitre le minerai riche à ses caractères extérieurs ; cette connaissance, jointe à un scheidage soigné, devait faire pour eux, du gisement de la Caunette, une mine de richesse moyenne parfaitement exploitable avant la découverte de l'Amérique.

Ce qui précède n'est pas pure hypothèse, car une comparaison attentive des teneurs et des aspects nous a permis de discerner à coup sûr, dans un mélange de qualités ou de provenances diverses, des parties relativement riches (*).

(*) Cela veut dire que nous pouvons extraire, d'une certaine quantité de tout-venant, un choix qui dépassera à coup sûr une teneur de

Le minerai était vraisemblablement utilisé comme fondant dans le traitement des diverses galènes de surface, qui a laissé les scories qu'on retrouve çà et là. Celles-ci, riches en plomb (9 à 10 p. 100), sont cependant pauvres en argent (moins de 0,008 p. 100) (*).

Arrêt de l'exploitation. — L'exploitation a dû être suspendue pour des raisons économiques ; à 100 mètres de l'entrée du travers-bancs actuel on trouve une galerie ancienne, à forte pente, soigneusement dallée, munie de deux cunettes, et qui représente l'amorce d'un travers-bancs d'écoulement. Ce travail nous porte à croire que ce ne fut ni l'affluence des eaux, ni l'appauvrissement de la mine qui causèrent l'arrêt des travaux, mais bien l'avilissement des métaux dû à la découverte des mines américaines, et qui fit de la Caunette une victime du premier krach de l'argent.

Les deux systèmes de fractures. — Avant de rappeler en quelques mots la phase moderne, nous devons indiquer quelles sont les deux formations qu'on trouve dans le gisement et qui ont donné lieu à deux sortes de travaux, les uns poursuivis en vue du minerai de fer, les autres pour les minerais de plomb et d'argent.

La concession renferme en effet :

A. — Un filon unique, plombo-argentifère, dirigé N. 20° O., incliné de 45° vers l'Est, sulfuré dans ses parties profondes, oxydé et très ferrugineux dans les parties superficielles et formant, par dissolution des calcaires

---

1.000 grammes (0,1 p. 100) ; mais le surplus n'est pas suffisamment appauvri, et l'opération, qui suffisait peut-être au XV[e] siècle, ne constitue plus à elle seule un mode de triage fructueux.

(*) Le nom du moulin où est installée la fonderie actuelle — la Fonde — semblerait se rapporter à une usine à plomb, car le nom générique des forges, en patois, est « la Faouré » ; mais on n'y trouve pas de scories.

encaissants vers le mur, un chapeau de fer d'une grande épaisseur, d'une hauteur verticale de plus de 100 mètres, avec lentilles de galène épargnées par l'oxydation et concentration de l'argent dans le minerai de fer de la région du toit.

B. — Plusieurs filons ferro-cupro-argentifères, dirigés E.-O., presque verticaux, à remplissage primitif de carbonate de fer et minéralisation par colonnes de cuivre gris ; l'oxydation est plus complète et descend moins bas que dans le filon plombeux (à 60 mètres de la surface on ne trouve plus que du minerai cru), et le minerai de chapeau (limonite avec hématite fréquente) ne contient aucune partie sulfurée visible; mais les sulfures ont certainement existé, car la concentration d'argent est plus intense et plus irrégulière que dans le filon de plomb, et la présence du cuivre (malachite, azurite) est toujours l'indice d'une teneur relativement élevée (0,2 à 1 p. 100 d'argent).

Les anciens ont exploité, pour argent, les parties riches et décomposées du système B, situées au toit du filon A; puis, ils ont pénétré dans le toit du filon A en poursuivant l'argent concentré dans certains minerais ferrugineux de ce filon.

Exploitation moderne. — *Première phase.* — Dès le commencement du XIXe siècle, on a exploité le système B, dans la région décomposée d'abord, puis dans la région intacte, en méconnaissant la présence de l'argent et du cuivre, et en arrêtant les travaux sur le ferreux du système A, que sa faible teneur en fer et sa teneur élevée en silice rendaient de médiocre qualité. Une concession de minerai de fer fut instituée en 1847.

Deuxième phase : Galène. — On découvrit simultanément les travaux anciens du filon plombeux et quelques

lentilles de galène épargnées par l'oxydation, ce qui donna naissance à des travaux de recherche spéciaux et au creusement d'un travers-bancs destiné à la fois à explorer les parois profondes et à dénoyer les travaux au fer.

Mais, pendant toute cette période, on n'établit aucune relation entre la présence du plomb et celle de la grande quantité de minerai de fer trouvée dans les régions hautes, et bien moins encore on n'eut l'idée de rechercher de l'argent dans ce minerai. La mine fut considérée comme un gîte de fer, gîte de contact, disait-on d'une manière un peu vague, avec lentilles de galène analogues à celles qu'on rencontre dans certains gîtes ferrugineux des Pyrénées; on finit par admettre la présence supplémentaire d'un filon plombeux et à le rechercher dans les parties profondes. Mais pour les exploitants de la période de prospérité de 1872, la mine restait une mine de fer dans laquelle on distinguait une masse d'allure indéterminée et très étendue (croisement des chapeaux du filon de plomb et d'un des filons croiseurs), et des gîtes « de contact » (croiseurs) dans lesquels on abattit le minerai oxydé et le carbonate de fer, sans soupçonner que ces gîtes « de contact » étaient des filons bien caractérisés, minéralisés en cuivre et argentifères, au moins par places.

On cessa d'exploiter le minerai de fer après la période de 1872-1874, et on continua, en profondeur, les recherches de galène qui aboutirent à la création d'une concession, confondue plus tard avec la concession de minerai de fer.

De 1880 à 1890, on exploita, d'une manière presque continue, les régions sulfurées; ces travaux, conduits lentement, avec des ressources très insuffisantes, rencontrèrent, noyées au milieu de masses ferreuses stériles en apparence, des lentilles de galène peu étendues, difficiles à laver et dont l'exploitation était fortement grevée par l'affluence des eaux.

Troisième phase : Galène et ferreux. — En 1890, des galènes analysées avec une partie de leur gangue terreuse donnèrent lieu, par un simple débourbage, à une telle perte d'argent qu'on fut conduit à faire une analyse séparée du minerai ferreux, qui se trouva très argentifère. De là une nouvelle phase, dans laquelle on exploita simultanément la galène et le ferreux argentifère, pour le vendre d'abord (Swansea, Vienne), puis pour le fondre sur place. Des conditions financières très difficiles rendaient l'exploitation chancelante, quand l'inondation d'octobre 1892 vint l'achever en détruisant la fonderie et noyant toute la région sulfurée du filon.

Quatrième phase : Ferreux. — De nouveaux exploitants s'attachèrent à extraire et à fondre sur place le minerai oxydé argentifère, sans dénoyer les parties profondes ; leurs travaux ont permis de débrouiller le mélange des deux systèmes, de délimiter des zones d'enrichissement dans le filon plombeux, de reconnaître la minéralisation du système B et de fixer une formule de traitement de ce minerai. Ces recherches ont été fortement contrariées par la baisse subite du métal blanc.

On n'a pas encore tenté, sur les données acquises, l'exploitation rationnelle du gisement qui, si les circonstances s'y prêtent, fermera le cycle, par l'utilisation simultanée des minerais sulfurés et oxydés des deux systèmes.

Pour clore cet exposé des efforts tentés, nous ajouterons qu'il n'y a pas lieu de s'étonner qu'on ait exploré le gîte pendant près de quarante années avant d'en démêler la nature ; l'exploitation n'a jamais été intense, et le double système forme, par le croisement de ses chapeaux d'aspect identique, une énorme masse ferreuse dans laquelle on a pu tailler des salles immenses sans se douter qu'il y avait là deux fractures d'âge et de remplissage

différents, l'un cuivreux, l'autre plombeux, tous deux plus ou moins argentifères.

Filon plombeux.

Allure. — Le filon plombeux est dirigé N. 20° O.; son toit, toujours net, est incliné de 45° vers l'Est; il est séparé du terrain encaissant, tantôt par une salbande argileuse souvent argentifère, tantôt par un faux toit de schistes, stratifiés dans la cassure, et qui atteignent parfois 3 mètres d'épaisseur; on reconnaît assez facilement les calcaires encaissants à leurs bancs normaux au filon, ce qui permet d'arriver jusqu'au toit sans en sortir.

Le mur, s'il existe dans les parties hautes, est probablement beaucoup moins net que le toit. L'argile des salbandes a dû recouvrir et protéger le toit de la fente, en rejetant vers le mur les eaux acides qui ont facilement dissous les calcaires ; en tout cas, sauf au point *a* du plan *fig.* 2, Pl. XI (V. la coupe, *fig.* 7, Pl. XII), où il y a doute, nous n'avons atteint le mur nulle part dans la région du chapeau, et nous ne croyons pas qu'il l'ait été dans la zone sulfurée, ce qui, par places tout au moins, donne à la première une épaisseur supérieure à 15 mètres, et à la seconde une puissance dépassant 5 mètres.

Minéralisation. — Il s'en faut, d'ailleurs, que la minéralisation primitive ait atteint cette épaisseur; la galène est concentrée au toit des zones sulfurées, et l'argent au toit du chapeau ; mais la circulation hydrothermale a dû être générale, ou tout au moins le phénomène secondaire d'oxydation, car le minerai, si loin du toit qu'on le rencontre, renferme toujours de 40 à 60 grammes d'argent.

Dans un filon aussi épais, on comprend que le remplissage (abstraction faite de la minéralisation) ne soit pas homogène.

Dans une région peu étendue, il y a nettement succession de bancs qui paraissent former autant de filons superposés ayant toit, mur, et parfois salbandes, ce qui a causé de fréquentes méprises ; cette succession est parfois interrompue dès qu'on s'éloigne du toit, par des masses ou rognons calcaires très compacts, très durs, dont certains ont été contournés, et qui paraissent bien constituer des témoins du terrain encaissant, respectés par la dissolution. Il est arrivé aussi que des blocs de schistes se sont détachés du toit (on se rappelle que la formation calcaire est interrompue par des intercalations schisteuses) et se trouvent entourés par le remplissage ferreux ou plombeux, de sorte que, dans l'ensemble, le filon présente l'allure d'une brèche grossière dont les éléments schisteux ou calcaires sont noyés dans un ciment ferrugineux.

A mesure qu'on s'éloigne du toit, on voit la minéralisation diminuer, le minerai devenir moins riche en silice et en fer, plus chargé en chaux, différant de moins en moins du terrain encaissant ; il semble que le plan de la fissure se soit successivement déplacé vers le mur, les dépôts se faisant sur le toit, la dissolution gagnant du côté du mur ; en s'éloignant du phénomène initial, les eaux devenues moins riches en métaux et en silice donnaient des dépôts se rapprochant de plus en plus du calcaire, et, si on trouve un intérêt autre que l'intérêt scientifique à traverser la formation, on rencontrera sans doute tous les passages entre le minerai à 3 p. 100 de chaux du toit et le calcaire encaissant à 3 p. 100 de silice.

Il est possible, au surplus, que ce mécanisme de la formation du chapeau de fer, dont nous concevons assez bien les détails, ne soit pas le véritable, que les affleurements actuels soient bien au-dessous de ce qu'ils étaient lors du remplissage et que, par suite, il faille chercher dans l'action des eaux de surface la cause des effets que nous avons attribués aux eaux profondes.

En ce qui concerne la variation des bancs de remplissage d'une région à l'autre, l'étude n'en est qu'ébauchée, et la réserve s'impose d'autant plus que, sauf au niveau zéro, la région bien connue se développe au voisinage des filons antérieurs du système B, auxquels il a peut-être été fait des emprunts.

Répartition de la minéralisation. — Comme des ingénieurs différents ont exploité la zone oxydée et celle des sulfures et que les documents sur cette dernière sont rares ou suspects, à cause de la richesse qu'ils lui attribuent, il nous est impossible de fixer l'allure de la minéralisation dans le plan du filon ; les travaux profonds ont reconnu dans l'axe du gite (à l'aplomb du travers-bancs) une colonne de galène riche qui doit être bornée au Nord et qui, vers le Sud, dégénère en minerai ferreux dont on n'a reconnu la richesse qu'après coup. Il est à remarquer, en effet, que la zone d'oxydation descend à 18 mètres au-dessous du niveau de la rivière, qu'on n'a connu nulle part de zone strictement sulfurée, que souvent des minéralisations en colonnes ont donné lieu à des chapeaux continus, de sorte que l'allure de ceux-ci, même bien connue, ne permet pas de préjuger de l'allure des zones de sulfures. Nous estimons donc qu'il est prudent, à la Caunette, de considérer celle-ci comme inconnue.

Types de galène. — La galène trouvée à la Caunette présente les caractères suivants :

1° Galène en grains fins et brillants disséminée dans du calcaire très dur ; elle se trouvait, dans la profondeur, aux environs du puisard (cote 24) en banc régulier [puissance de 2 mètres (?)], teneur de 10-12 p. 100 (?), parfois mêlée d'un peu de blende. Nous n'avons de renseignements précis que sur la teneur en argent à la tonne

de plomb, qui était de 3^{kg},660; c'est donc un minerai de richesse moyenne, impossible à scheider, difficile à laver, et qui doit former la qualité principale dans le fond.

Nous avons rencontré de la galène semblable au niveau 60, à la teneur de 26 p. 100 et 520 grammes sur une épaisseur maxima de 1^m,20, mais formant seulement lentille (point *b* du plan *fig.* 2, Pl. XI).

A l'extrême sud des travaux, un banc de galène de 1^m,40 a donné, comme tout-venant, 7,25 p. 100 de plomb et 3^{kg},200 d'argent (à la tonne de plomb). Ces deux bancs sont séparés du toit, l'un par une couche de ferreux exceptionnellement riche en plomb (39,4 p. 100 de plomb et 0,152 p. 100 d'argent), l'autre par un banc à demi décomposé, très intéressant, dont nous parlons plus loin (point *d* du plan ; *fig.* 9, Pl. XII).

Il y aurait, dans la profondeur, au mur de ce banc, une masse de calcaire faiblement minéralisé, mais de même aspect.

Au niveau zéro (région *c* du plan), nous avons rencontré et exploité un banc placé assez loin du toit, surmonté de ferreux pauvre, et ayant donné, comme moyenne de quinze jours d'exploitation seulement, 3 1/2 p. 100 de plomb à 5.090 grammes d'argent; ce banc, peu épais dans l'amont-pendage, atteignait 1^m,50 à 3 mètres au-dessous du niveau du travers-bancs; il est légèrement blendeux et difficile à laver, à moins qu'on ne prenne le parti de réduire le tout-venant en grains inférieurs à 2 millimètres.

2° La galène schisteuse forme, immédiatement contre le toit, un banc peu épais, très compact, très riche en plomb et de teneur très variable en argent, généralement croissante avec la profondeur, sauf exceptions. Ce minerai est à grains indiscernables, à couleur noire ou violacée et seulement reconnaissable à son poids. Il doit présenter les plus grandes difficultés de lavage.

Nous l'avons rencontré :

Au niveau 60 (point *e*).	Épaisseur, 0m,30 :	24 p.100 Pb ;	580 gr. Ag
Au niveau 36 (point *f*).	Épaisseur, 0 ,40 :	19 p.100 Pb ;	2200 gr. Ag
Au niveau 6 (point *g*).	Épaisseur, 0 ,30 :	16 p.100 Pb ;	3320 gr. Ag
Au niveau 4 (point *h*).	Épaisseur, 0 ,25 :	25 p.100 Pb ;	480 gr. Ag

Un échantillon provenant du fond a donné 5kg,810 d'argent. Cette galène est fréquemment mêlée de pyrite de fer ; le banc du niveau 36 s'est même transformé en pyrite massive sans changer d'épaisseur ni d'allure; suivant sa densité, cette pyrite donne de 540 à 2.500 grammes d'argent ; ce dernier chiffre est, d'ailleurs, exceptionnel. Mais, d'une manière absolument générale, la pyrite de fer rencontrée à la Caunette est argentifère ; elle doit être aurifère, car le minerai décomposé l'est régulièrement, comme nous le verrons plus loin.

3° La galène à gangue de carbonate de fer forme des lits minces (1 à 10 millimètres) dans la sidérose cristallisée, où elle est accompagnée d'un peu de blende, de pyrite de fer avec chalcopyrite assez fréquente. C'est un minerai très complexe, facile à abattre, difficile à scheider, difficile à laver, très décomposable, qu'on ne retrouve intact nulle part au-dessus du niveau zéro, mais qui y a certainement existé et a donné naissance à une partie des bancs ferreux exploitables. Il doit être assez pauvre en plomb et assez riche en argent.

Type intermédiaire. — Nous avons récemment exploré à l'extrême sud (point *d* du plan *fig.* 2, Pl. XI) des travaux un banc qui paraît représenter un stade de la décomposition du minerai précédent ; c'est un banc d'une épaisseur de 1 mètre, à noyaux calcaires nombreux, qui peuvent s'éliminer par triage ; après enlèvement de ceux-ci, la teneur moyenne a été trouvée de 3,2 p. 100 de plomb et 0,055 p. 100 d'argent, avec

grosse concentration dans les parties cuivreuses (chalcopyrite et malachite) (ce fait est absolument général à la Caunette, comme si le cuivre était le principal véhicule de l'argent). Ce minerai est trop décomposé pour être lavable, il ne l'est pas assez pour que la teneur en argent se soit égalisée ; de là, des difficultés spéciales dont on pourra venir à bout par un triage intelligent ; nous avons cru devoir donner un relevé intégral du carnet d'analyses en ce qui concerne ce minerai ; ces chiffres indiqueront mieux que tout autre moyen la nature des difficultés rencontrées dans ce gisement et le genre d'études qu'il réclame.

	Pb p. 100	Ag. gr. par tonne de minerai
Recherches précédant l'attaque. — 4 avril	0,7	200
—	7,5	340
Morceau choisi (aspect cuivreux)	0,4	6260
Attaque commencée ; moyennes aux points 1	2,6	1740
— — 2	4,6	240
— — 3	»	40
Recherches pour l'extension ; en bas, à gauche	»	100
— au-dessus, à gauche	2,6	560
En couronne (choisi, aspect cuivreux)	2,6	4800
Front de taille (moyenne au 9 avril)	»	980
Poussière des trous de mines (pratiqués dans les parties dures, c'est-à-dire calcaires) n° 1	0,2	100
— n° 2	»	100
— n° 3	»	100
Triage à la main d'un wagonnet :		
— 1er Lot présumé bon : 71 k.	»	1140
— 2e Lot présumé mauvais : 57	0,8	280
— 3e Lot présumé douteux : 106	»	300
Recherches pour l'extension. Prise moyenne à gauche.	»	1020
— droite.	»	200
Front de taille au 13 avril. En couronne	»	1600
— à gauche	»	200
Morceau choisi (aspect cuivreux), 18 avril	»	3200
Moyenne au 18 avril sur un côté en retour du chantier.	2,2	160
Moyenne du minerai abattu le 24 avril	1	320

	Pb p. 100	Ag. gr. par tonne de minerai
Moyenne du même, après enlèvement du calcaire....	1,6	550
Recherches en amont (partie cuivreuse)............	3,8	5150
Moyenne du 26, avant triage........................	»	280
Essais sur un banc ferreux au mur..................	»	90
Terre dans les crevasses de ce banc................	»	100
Triage à la main d'un wagonnet :		
— présumé bon : 110 k.	»	1080
— présumé mauvais : 70	0,4	360
— présumé douteux : 180	»	240
Bloc pyriteux (pyrite de fer)........................	»	1020
Front de taille avec galène au 13 mai. 3 éch. 1.......	1	100
— 2.......	3,7	220
— 3.......	2,8	120
Front de taille cuivreux, 17 mai.....................	4,9	1840
Minerai très décomposé, au mur.....................	4,1	155
Minerai douteux au front de taille, 21 mai...........	»	760

Type de ferreux. — Arrivons maintenant au minerai le plus abondant et le mieux connu, c'est-à-dire le minerai de fer plus ou moins argentifère. Il forme des bancs plus ou moins réguliers que leur aspect permet de distinguer.

D'une manière très générale, on est arrivé à reconnaître :

1° Un minerai de couleur chocolat, toujours tendre, avec des parties franchement argileuses et des inclusions schisteuses fréquentes. Ce minerai, placé près du toit ou contre lui, est généralement riche, assez homogène, et d'une teneur décroissant constamment du toit au mur. La couche payante est d'épaisseur variable ; en prenant 300 grammes pour cette teneur (voir les devis à la fin de la note), on peut indiquer que l'épaisseur utile a dépassé 3 mètres dans la chambre du sud, qu'elle a été jusqu'à 5 mètres dans la chambre Wesbig, qu'elle est de $1^m,50$ au niveau 60 (teneur moyenne de 700 grammes dans cette couche) ; il y a toujours du plomb dans ce minerai ; dans

les deux amas indiqués ci-dessus, la teneur était de 5 p. 100 en moyenne; au niveau 60, elle est de 2 p. 100 seulement.

2° Un minerai de couleur plus claire, d'aspect rendu franchement schistoïde par intercalation de minces lits plus foncés; ce minerai, toujours peu épais ($0^m,50$) et placé contre le toit, est riche (600 à 900 grammes); on le rencontre çà et là, et il paraît provenir de la décomposition de la galène schisteuse. Nous l'avons surtout trouvé au pied du montage Hyvert (voir le plan *fig.* 2, Pl. XI), où il acquiert une épaisseur plus considérable (2 mètres à $2^m,50$), avec intercalations schisteuses stériles et concentration de l'argent dans des parties indiquées par des mouches de malachite.

3° Un minerai brun provenant de la décomposition du carbonate de fer ; les cristaux sont encore visibles; certains de ces minerais sont pauvres, d'autres payants ; on peut citer le banc qui se trouve près du toit, au point *i* du plan (cote 36), et qui tient 600 grammes d'argent à la tonne, sans plomb (voir *fig.* 10, Pl. XII, la coupe de ce chantier).

4° Un minerai d'aspect bréchiforme, quoique tendre, mélangé de noir (hématite, riche), de rouge (carbonate, assez riche) et de jaune (calcaire, pauvre), dont le type se trouve au point *k* du plan (chantier dit « de la Fontaine ») ; la teneur moyenne en argent est très payante (500 à 600 grammes), l'enrichissement possible par élimination des parties jaunes, et la distribution très irrégulière.

Il y a de fréquentes concentrations d'argent dans des zones cuivreuses, et tout porte à croire que ce minerai correspond au dernier stade de la décomposition du minerai mixte que nous avons signalé à l'extrême sud et étudié avec quelque détail. Un bon type de ce minerai se trouve aussi dans la partie inférieure du montage Hyvert.

5° Un minerai qui forme la plus grossse masse du gite, peu ferrugineux (20 à 25 p. 100 de métal), peu siliceux (3 à 9 p. 100), très calcaire (15 à 25 p. 100 CaO) et uniformément pauvre en argent (40 à 100 grammes); nombreuses intercalations calcaires, dureté assez grande; ce minerai paraît former tout le mur.

On doit noter, d'ailleurs, que des minerais très analogues aux précédents (surtout aux n°s 1 et 3) sont pauvres en argent, ce qui oblige à combiner les caractères tirés de l'aspect avec ceux provenant de la position dans le gite, et surtout à s'aider incessamment du laboratoire; on a dû abandonner, comme trop simples et insuffisants, tous les criteriums de richesses successivement proposés (couleur foncée, consistance tendre, etc.).

Caractères de richesse. — On peut cependant, grâce aux études poursuivies pendant deux années, poser en principe que :

1° Il n'y a de minerai riche qu'au toit ou près du toit, et il y en a presque toujours (exception faite pour la recherche *l* du plan qui, conduite jusqu'au toit, n'y a rencontré que du minerai à 80 grammes);

2° La richesse varie avec l'aspect et est assez constante pour un même type de minerai;

3° Le type n° 1 paraît le plus répandu comme minerai payant; sa teneur diminue régulièrement à partir du toit, il ne peut pas se trier;

4° Les types 2, 3, 4, supportent un certain triage qui peut, s'ils ne le sont pas, les rendre payants;

5° Pour tous les types, la présence de mouches cuivreuses est un indice de richesse (plus de 0,1 p. 100 d'argent);

6° La présence de l'hématite (qui, au surplus, ne se rencontre guère qu'au-dessus du niveau 40) est généralement un signe d'enrichissement;

7° Un minerai carbonaté est souvent riche quand il est à grands cristaux.

Répartition du minerai riche. — A partir du moment où la pauvreté du mur a été mise hors de doute, les travaux ont été systématiquement poussés vers le toit pour rechercher et délimiter la couche payante ; celle-ci a toujours (sauf une fois) été rencontrée ; son épaisseur, encore inconnue, dépasse 1 mètre (cote 60 et cote 0, Sud) ; elle atteint 2^m,50 (cote 10, montage Hyvert) ; elle a considérablement dépassé ces chiffres en deux points, vers le Sud, où l'on a reconnu pour la première fois la richesse du ferreux (V. p. 610), que l'on abattit, de la cote 6 à la cote 0 avec une telle hâte qu'il se produisit des éboulements sous lesquels se trouve actuellement le bon minerai ; celui-ci avait, sur une épaisseur de 3 mètres, une teneur moyenne de 690 grammes d'argent et de 5,8 p. 100 de plomb ; l'amont-pendage présente de belles teneurs sur une moindre épaisseur ; d'ailleurs les régions avantageuses signalées dans le montage Hyvert sont dans la proximité immédiate de cette « chambre du Sud ».

La seconde région, remarquable par son épaisseur et dite « Chambre Wesbig » (V. p. 605), provient de l'élargissement des travaux pratiqués par les anciens dans le filon plombeux ; cette chambre est limitée en aval-pendage par des éboulements provenant de l'enlèvement d'un banc de galène ; au nord, par une région encore sulfurée (V. p. 609) et riche ; au sud, par le grand croiseur cuivreux au-delà duquel la couche payante continue sur une moindre épaisseur (V. ci-dessous les analyses aux points *i*, *m*, *p*, du plan) ; l'amont-pendage présente les mêmes caractères de richesse sur une moindre épaisseur de 1 mètre à 1^m,50.

Point *i*. —	Calcaire au toit.......	Pb = o	Ag = o
(Coupe *fig*. 10)	Spathique	»	600
	Ferreux cuivreux.....	»	1400
	Ferreux..............	»	400
Point *m*. —	Ferreux..............	2,1	240
Point *p*. —	Ferreux..............	1,4	2400
Point *b*. —	Ferreux..............	39	1680

La chambre proprement dite a donné, sur 5 mètres d'épaisseur, du minerai à la teneur moyenne de 300^{gr},00; au-dessus de ce grand vide nous avons enlevé, en laissant des piliers, une épaisseur de 3 mètres donnant la même teneur, teneur qui atteignait 700 grammes pour le premier mètre à partir du toit (teneur obtenue aux fours avec le minerai de cette région : 710 grammes).

En outre de ces deux régions, nous rappelons que l'extrême sud, qui a rejoint le toit, y a également trouvé du bon minerai.

Aménagement du filon plombeux. — La description des divers minerais du filon plombeux étant terminée, nous pouvons indiquer rapidement l'aménagement des travaux ; à partir du travers-bancs, le nord a été tracé, au niveau zéro, dans une région sulfurée ; la colonne galéneuse a disparu au point *p* du plan ; on trouve, au-dessous, du ferreux à 160 grammes ; puis la galène a dû quitter le toit ou suivre une partie brouillée ; la première hypothèse est plus vraisemblable, puisque la descenderie poussée au point *h*, vers le toit, a trouvé la galène.

Au-dessous du niveau zéro, la région sulfurée a été tracée et un peu dépilée par les trois puits marqués sur le plan ; la région riche était celle qui se trouve à l'aplomb du travers-bancs ; les avancements nord se sont arrêtés aux niveaux — 6, — 12, — 24, par épuisement de la galène. Les avancements sud ont rapidement quitté celle-ci pour tomber dans le ferreux, dont, comme nous l'avons dit, on a reconnu la richesse en 1891.

La galerie zéro, vers le sud, a suivi le toit sur une certaine longueur (au point *s*, teneur de 1.300 grammes); à partir de là, elle s'est inclinée vers le mur, comme le démontrent les travaux de la chambre du Sud qui passent au-dessus de cette galerie ; elle s'est maintenue ainsi à une certaine distance du toit, tantôt dans du ferreux pauvre (100 grammes Ag), tantôt dans du calcaire faiblement minéralisé (3 1/2 p. 100 Pb, à 50 grammes Ag) ; la galerie a été retournée vers le toit, où elle a rencontré le minerai riche indiqué plus haut ; un montage de 10 mètres a été poursuivi dans la galène (7,2 p. 100 de plomb, 520 grammes Ag), ayant pour toit le ferreux riche et pour mur du ferreux à 160 grammes.

De ce niveau partent quatre montages : celui du nord, dit « couloir à minerai », provient d'anciens travaux dans la galène ; il est bordé, vers le nord, par du carbonate de fer à teneur moyenne et peu décomposé, au sud par des éboulements ; le « montage Hyvert », tracé un peu à l'aventure pour rechercher la chambre Wesbig, a rencontré d'abord du très beau minerai, qu'il a quitté complètement en allant vers le mur ; en débouchant dans la chambre, il a retrouvé le minerai payant (point *t* du plan, teneur : 365 grammes) ; le « couloir du sud » et « la voie ferrée » qui lui fait suite sont tracés à 6 mètres au moins du toit, comme le démontrent les rebanchages qu'on a dû y faire ; sur tout leur trajet, la teneur est très faible ; au point *u*, une recoupe vers le mur s'est avancée jusqu'à 17 mètres du toit en trouvant toujours le même minerai jaune à 60 grammes d'argent seulement.

Ces trois montages aboutissent à la chambre Wesbig.

Un court montage médian dit « montage Prenisel » a suivi la galène, a trouvé ensuite du ferreux assez pauvre (150 à 180 grammes), puis, retourné vers le toit, a rencontré du minerai tout à fait pauvre (40 grammes).

Les travaux du haut sont arrêtés au grand croiseur ; à

la cote 60, le filon disparait sous les anciens vides, dont nous reparlerons ; comme l'indique la coupe, la couche qui suit le toit donne, au point où elle disparaît (point *p* du plan), une teneur de 1,4 p. 100 en plomb et 2.400 grammes en argent. Il y a donc espoir de continuité vers le sud et vers l'amont-pendage.

Indice de continuité. — Rappelons que, au jour, à 300 mètres au sud de l'extrême sud, une attaque faite en 1875 pour extraire de l'hématite, qu'on a dû abandonner comme trop siliceuse, nous a donné, pour une prise moyenne sur ce banc de 0m.40 d'épaisseur, avec légères mouches cuivreuses, une teneur de 3 kilogrammes d'argent à la tonne.

Filons cuivreux.

Le système B ou système des croiseurs cuivreux est constitué par une série de filons E.-O., presque verticaux (plongement de 75-80° vers le Nord), qui paraissent interstratifiés, et ne le sont peut-être pas. Les épontes sont très nettes, et l'épaisseur considérable (4 à 5 mètres).

On en connait actuellement au moins quatre :

1° Le *croiseur blendeux*, découvert au niveau zéro et suivi seulement sur 12 mètres ; remplissage de calcaire et de carbonate de fer avec blende et un peu de chalcopyrite ; la blende est en lamelles, très abondante (teneur fréquente de 40 p. 100 de zinc), et assez argentifère (de 320 à 1.280 grammes argent) ; la minéralisation est régulière, et l'épaisseur dépasse 3 mètres ; ce filon s'appuie sur un banc de schistes épais qui fait nécessairement partie du filon plombeux (V. la coupe *fig.* 11, Pl. XII).

2° Le *croiseur Happ* a été exploité pour fer vers 1872 ; on y a pratiqué, dès l'ouverture du travers-bancs, une chambre haute de 30 mètres (chambre Esparseil), à partir

de laquelle on a conduit, toujours dans le fer spathique plus ou moins décomposé, un montage destiné à déboucher dans les vieux travaux. Nos travaux n'ont eu pour but que de définir l'allure et l'épaisseur du filon ; celle-ci est de $4^m,50$ environ. Il est certainement minéralisé, par colonnes sans doute, mais cette étude n'est pas faite ; la dernière partie du travers-bancs est pratiquée dans ce croiseur, dont les teneurs sont de 1.040 grammes et 1.800 grammes d'argent aux points *v* et *w* du plan.

3° Le *grand croiseur cuivreux* est connu sur 140 mètres en direction et sur toute la hauteur du gîte ; il a été exploité par les anciens pour argent et par les modernes pour fer. En l'explorant avec soin dans une partie non décomposée (cote 36), nous avons pu fixer son allure et sa nature. Le remplissage est de carbonate de fer absolument blanc, tantôt à grands cristaux (1 centimètre environ), tantôt à grains fins. Ce carbonate forme des bancs normaux aux épontes et inclinés d'environ 45° vers l'est ; il est très compact, dur, se travaille très bien à la poudre ; les épontes sont solides, et l'épaisseur est régulière et de $4^m,70$. La silice est sous forme de quartz ; les régions riches sont généralement bien cristallisées, mais il y a des exceptions.

Les parties minéralisées contiennent en grains — et plus rarement en rognons — du cuivre gris dominant (presque uniquement antimonieux), un peu de galène, de bournonite, de pyrite de fer et de cuivre. Le cuivre gris est très argentifère ; les rognons donnent 3,6 p. 100 d'argent, de sorte qu'une minéralisation à peine sensible à l'œil suffit pour donner au carbonate une teneur payante (un minerai récemment analysé à Vienne contient 1.600 grammes d'argent pour 1,3 p. 100 de cuivre). On trouve parfois, implantés sur le cuivre gris, de petits cristaux d'argent rouge, longs de 2 à 3 millimètres au plus. Ce filon, connu maintenant quant à son allure géné-

rale, est encore à étudier quant à la répartition des zones riches ; après une colonne donnant 720 grammes d'argent en moyenne, en est venue une autre rigoureusement stérile. On pourrait croire que l'argent est concentré dans la zone de croisement, mais il est probable que non, car, au point *x* du plan, à 80 mètres du toit du filon plombeux, on trouve du minerai à 2 kilogrammes, avec partie pauvre dans l'intervalle.

Le minerai cru ne peut probablement pas se laver ; il se trierait avec facilité ; un lot de 100 kilogrammes de tout-venant de la zone riche a été partagé, par un triage opéré d'après son aspect, en deux lots, l'un de 54 kilogrammes contenant 1.040 grammes d'argent à la tonne, l'autre de 46 kilogrammes ne contenant que 120 grammes à la tonne, ce qui donne, pour l'ensemble du lot, une teneur de 666 grammes d'argent.

Ce filon, comme le précédent, est nettement coupé par le filon plombeux, sans rejet probablement, car, à la cote 12, au point *a* du plan (V. la coupe *fig.* 7), on trouve le spathique très net, dans une partie minéralisée (échantillon à 2.560 grammes) ; il s'appuie non pas contre le mur (?) du filon plombeux, mais contre un faux mur de schistes (comparer cette coupe à la coupe *fig.* 11).

En outre de la partie crue, que nous avons étudiée, ce filon est connu entre les niveaux 40 à 60, où on a creusé une grande chambre dite « Chambre n° 6 » d'où les anciens ont retiré du minerai argentifère dans la région du croisement, et les modernes du minerai de fer, certainement argentifère, dans la partie Est de la chambre ; c'est en descendant dans la région décomposée de ce filon que les anciens ont rencontré le toit argentifère du filon plombeux, et y ont pénétré. La chambre a été creusée vers 1860, pour exploiter le fer. Elle paraît limitée à la cote 60 par un plafond schisteux qui doit, d'après les coupes, ne représenter qu'un étirement du filon, celui-ci se

confondant certainement, à la cote 70, avec celui dont nous allons parler, tandis qu'à la cote 50 il en est séparé par 15 mètres de schistes.

Au jour, ce filon, seul ou confondu avec le suivant, affleure sur la route en une grande bande verticale ferrugineuse avec sidérose ; cet affleurement paraît brouillé par la faille horizontale d'Artigues et rejeté vers le Sud d'une centaine de mètres ; l'affleurement qu'on retrouve sur la rive droite de l'Orbiel a été exploré pour hématite que nous n'avons pas analysée.

4° La région des *grands vides*, creusés dans un ou plusieurs filons du même système qui se confondent peut-être même avec le filon précédent. Il nous est impossible de délimiter un ou plusieurs filons dans cette masse énorme de minerai, où on a pu tailler une salle haute de 30 mètres, longue de 100 et large de 30 ; le fer se trouve partout, et c'est un enchevêtrement de fouilles et de piliers dont le plan est difficile à lever et où l'orientation sera longtemps impossible. Dans l'ensemble, c'est un rectangle dans la paroi nord duquel on a creusé au milieu du siècle le « puits de la Caunette » ; la paroi Ouest est restée dans le toit du filon de plomb (et loin de ce filon) ; elle est inclinée et contient un chemin de sortie au jour ; ce chemin, jalonné par place par des coups de pointerolle et des placages de bon minerai laissé par les anciens (au point *y* du plan, hématite à 4^{gr},200), représente évidemment un élargissement de l'ancienne entrée de la mine à partir duquel les modernes ont poussé l'abatage du fer vers l'Est ; la paroi Sud du rectangle bute contre les schistes ; vers l'Est, la paroi est en plein minerai.

Ce ou ces filons ont certainement été minéralisés ; on trouvera ci-dessous quelques teneurs relevées dans une reprise de ces travaux ; d'autre part, huit échantillons, pris çà et là sur leur aspect, ont donné les teneurs remarquables de 200, 320, 3.650, 4.160, 4.400, 4.960, 5.200

et 5.280 grammes d'argent. L'étude systématique de cette masse s'impose donc et promet, semble-t-il, d'être fructueuse; elle est rendue très difficile par la difficulté d'orientation.

Teneurs élevées dans la région des grands vides.

	Pb	Argent : grammes par tonne
Hématite cuivreuse	0	4200
Vieux travaux près du puits	»	320
— cote 60 (carbonate)	»	600
— près du puits (spathique)	»	1800
Menu à la sole des vieux travaux	»	2200
Spathique presque cru	»	400
Sur un pilier traversant le vide	»	1740
Menu près de traces de pointerolle	»	1680

Deux faits paraissent aussi prouver la présence générale de l'argent dans cette masse : celui des minerais scheidés par les anciens et rapporté à la page 606, ainsi que l'existence, au jour, près de l'ancien puits, de quelques centaines de tonnes de minerai pulvérulent, stratifié sur une épaisseur de 2^{m},50 à 3 mètres et qui provient de l'exploitation pour fer conduite de 1850 à 1870; ce minerai, qui représente évidemment le menu non vendable, a une teneur très constante de 300 grammes (obtenue sur le minerai détaché suivant une rainure verticale du front de taille). Cela indique que la masse est argentifère, et comme le menu l'est généralement plus que le gros, on peut en conclure que la teneur absolument moyenne doit osciller autour de 200 grammes.

C'est loin d'être payant ; mais, en dehors de l'intérêt qu'il y a à constater la présence de l'argent, il est permis d'espérer qu'on pourra délimiter des zones à teneur payante et à exploitation singulièrement facile.

Les *fig.* 2, 3, 4, 5, 6 (Pl. XII) indiquent les relations des principaux filons croiseurs avec le filon plombeux.

Fouilles à la surface. — Les filons croiseurs nos 2, 3 et 4 sont signalés à la surface par de longues et profondes tranchées très anciennes ; une tranchée, placée au nord de celle-ci et du château de la Caunette, jalonne sans doute un croiseur encore inconnu. Quant à l'affleurement du filon de plomb, il paraît marqué par un banc de carbonate de fer, et, sauf l'attaque pour hématite dont nous avons parlé page 623, on n'y a rencontré aucuns travaux.

Filons quartzo-cuivreux. — Notons, enfin, que, dans la zone schisteuse qui sépare la bande calcaire de la Caunette des terrains récents, on trouve plusieurs petits filons verticaux, épais de 10 à 20 centimètres, avec remplissage de quartz et pyrite de cuivre ; le plus net a été rencontré à la Fonde en creusant un couloir à coke. Même dans les croiseurs du gîte, la chalcopyrite paraît remplacer, dans les parties profondes, le cuivre gris, qui serait ainsi un minéral d'épontes calcaires et de surface.

Teneur en or. — Tous ces minerais sont très légèrement aurifères ; c'est du moins presque certain pour le système B et absolument sûr pour le filon plombeux. La seule analyse directe a été faite sur du minerai de la chambre Wesbig (analyse Morin) et a donné 3 grammes d'or à la tonne, contre 383 grammes d'argent, ce qui correspondrait à une teneur de 7 grammes d'or par kilogramme d'argent. En réalité, on obtient moins ; l'argent produit contient, suivant sa provenance, de 2 à 8 grammes d'or, avec une moyenne de $3^{gr},43$, et il est curieux de constater que ces chiffres correspondent pour le minerai à une teneur constante de $1^{gr},8$, dont la valeur ne serait pas négligeable en présence du bas cours de l'argent.

État de l'argent dans le ferreux. — Il y a, même dans le filon plombeux, disproportion complète entre les teneurs en

plomb et celles en argent ; le ferreux déjà cité (point *b*), contenant 34,5 p. 100 de plomb et 1.680 grammes d'argent, renfermait sans doute le plomb à l'état de carbonate (quoique des carbonates de plomb bien cristallisés du nord de la chambre Wesbig n'aient donné que 660 grammes d'argent avec 55,6 p. 100 de plomb).

Partout ailleurs, l'argent est à un état non complètement défini ; il y a du chlorure soluble dans l'ammoniaque et de l'iodure donnant des taches jaunes caractéristiques, probablement aussi des arséniates et des antimoniates. L'hyposulfite n'a dissous que le quart de l'argent, et le cyanure, le dixième, dans un essai fait à la Caunette, tandis que ce dernier corps aurait dissous 80 p. 100 de l'argent dans un essai fait à Pontgibaud, ce qui peut très bien s'expliquer par la variation du minerai.

Les grands perfectionnements apportés aux méthodes de lixiviation rendraient indispensable l'étude de la cyanuration ou de la méthode à l'hyposulfite de chaux et de cuivre, qui pourrait peut-être, malgré l'abondance du fer, s'appliquer aux minerais franchement oxydés, sans grillage chlorurant préalable.

Conditions d'exploitation. — Les conditions d'exploitation de la partie supérieure du gîte de la Caunette n'offrent aucune particularité intéressante ; on peut noter seulement que, grâce à la solidité des roches et à la sécheresse des terrains, des vides énormes subsistent depuis près d'un demi-siècle sans éboulements.

Dans les parties profondes, on a dû, malgré un développement assez restreint des travaux, enlever jusqu'à 50 mètres cubes d'eau à l'heure, avec une moyenne de 25 mètres cubes. Cette eau s'introduit probablement depuis la rivière par des fissures existant entre les bancs de calcaires normaux à la fois à la vallée et au filon.

LA FONDERIE.

La fonderie de la Caunette est arrêtée. Avant cet arrêt, le minerai ferreux a été traité par la méthode de la fonte plombeuse.

Composition des minerais et fondants. — Voici la composition moyenne des divers minerais ou fondants dont on dispose :

	FERREUX syst. A	CROISEUR cru	CROISEUR décomposé	FERREUX jaune	GRÈS	CALCAIRE	SCHISTE
$CO^2 + H^2O$	20	28	17	26	4	42	»
Fe^2O^3	50	59	65	40	»	2	»
Al^2O^3	9	»	»	»	6	1	43
SiO^2	17	12	16	6	84	1	53
CaO	4	1	2	28	6	54	»
Argent	—	—	—	0,008	»	»	»

Composition des scories. — Voici la composition moyenne des scories obtenues :

	1er TYPE	2e TYPE
SiO_2	31	30
FeO	44	52
Al_2O_3	10	10
CaO	15	8

Les premières provenaient du traitement du ferreux du système A ; étant moins denses que les autres, elles donnent une meilleure séparation des métaux ; les secondes proviennent d'un lit contenant une forte proportion de minerai des croiseurs ; elles sont plus riches en fer et réduisent mieux la galène crue, mais elles sont lourdes et exposent à des pertes et à des loups.

La meilleure scorie paraît se rapprocher du type :

$30SiO^2$, $40FeO$, $20CaO$, $10(Al^2O^3$, ZnO, PbO, etc.).

Lit de fusion. — Il est facile de combiner avec les matériaux indiqués plus haut un lit de fusion convenable. Il y a lieu de ne pas trop forcer la proportion de minerai cru des croiseurs, à cause de la présence de l'antimoine.

On a fondu, sans aucune difficulté, à l'usine de Couëron un mélange de 2/3 de minerai du filon plombeux et 1/3 de minerai des croiseurs.

Au contraire, le second minerai, essayé seul à la Caunette, a causé des difficultés excessives et même l'arrêt de la fonderie par la disparition rapide du stock de matières plombeuses, les pertes atteignant facilement 30 p. 100 en métaux.

Le lit à la fois le meilleur et le plus économique paraît constitué par un simple mélange des minerais, d'un fondant siliceux et de matières plombeuses. Voici, à peu près, celui qui a donné les résultats les plus encourageants :

Minerai ferro-plombeux	450	670
Minerai ferro-cuivreux	220	
Fondant siliceux		100
Crasses de zincage		50
Galène crue		80
Scories		100
		1.000

Ce lit de fusion consomme 23 p. 100 de coke.

Teneur en plomb du lit de fusion. — La teneur en plomb doit être suffisante, non seulement pour entraîner l'argent, mais surtout pour maintenir en bon état le creuset qui, sans cela, s'empâte facilement. L'insuffisance des matières plombeuses a été le grand et, pour dire vrai, le seul obstacle sérieux qu'ait eu à surmonter la fonderie

de la Caunette ; les difficultés qu'offrait le marché des galènes ont été tournées par la revivification des litharges produites par une désargentation à la coupelle allemande, de telle sorte que l'usine ne produisait que de l'argent; mais, outre les pertes élevées inhérentes au procédé, celui-ci a surtout le grave inconvénient de faire dépendre la fusion de la coupellation, de manière que tout accident à celle-ci — et ils ont été la règle — apporte un arrêt ou un obstacle à la fusion.

Une faible quantité de plomb suffit cependant avec le minerai ferreux du filon principal ; pendant la durée du mois d'avril 1894, où l'on a passé le minerai assez homogène et assez riche de la région des piliers (amont-pendage de la chambre Wesbig), trois fours étaient en marche, avec des allures tantôt bonnes et tantôt mauvaises, ces dernières se traduisant par un moindre rendement en plomb et, par suite, en argent.

On a obtenu pendant cette durée :

Moyenne des plombs obtenus.... (Ag par tonne).	9.040 gr.	
Moyenne des scories........... id.	60 »	
Moyenne de rendement du minerai id.	510 »	
correspondant à un rendement en plomb du lit de fusion de................................		5,6 p. 100
Moyenne des rendements du même minerai calculés d'après la production du four qui, chaque jour, avait la meilleure allure (Ag par tonne)...	710 gr.	
correspondant à un rendement en plomb du lit de fusion de...............................		8,2 p. 100

Ce dernier chiffre de rendement représente évidemment la teneur vraie du minerai passé ; c'est celle qu'on aurait obtenue, en moyenne, si on l'avait formé un lit de fusion contenant (à cause des pertes) 10 p. 100, et non pas 6 p. 100 de plomb.

Pour des minerais exceptionnellement riches, comme

il s'en est rencontré dans cette région, il est certain qu'un bain métallique plus abondant aurait entraîné encore plus d'argent; voici, en effet, le détail des huit jours de meilleur rendement :

Rendement du minerai.	Plomb recueilli.	Teneur du plomb en Ag.
1.050	15,7 p. 100	7.150 gr.
1.020	10,6	9.670
1.000	11,5	8.820
970	9	10.220
870	13,2	6.620
870	10,5	8.250
840	10	8.350
760	6,6	11.550

Comme aux États-Unis, la teneur limite à donner aux plombs d'œuvre, au point de vue de l'entraînement de l'argent, paraît avoisiner 300 onces qui, pour un lit de fusion à 10 p. 100 de plomb, correspondraient à une teneur du minerai égale à 1.300 grammes. Il est peu vraisemblable qu'on ait jamais à s'occuper de teneurs de ce genre; c'est donc uniquement le souci d'une fusion facile et d'un creuset commode à conserver qui fixera la teneur en plomb. Les plus récentes et les plus concluantes expériences indiquent que le chiffre de 10 p. 100 convient parfaitement; la moitié peut être en galène crue; il se forme alors environ 5 p. 100 de matte plombeuse à 15 p. 100 de plomb, 600 grammes d'argent et un peu de cuivre.

A ce dernier point de vue, la matte a son utilité; sinon, la complication de son traitement conduira à employer la galène grillée.

Pertes en métaux. — Les pertes en métaux dépendent essentiellement de la marche de l'opération et de la quantité de plomb dont on dispose; du 1er décembre 1893 au 1er mai 1894, on a fondu à la Caunette du ferreux du système A assez régulier de composition, mais avec des proportions de plomb variables suivant le succès ou l'insuc-

cès des opérations de la coupellation ; on a obtenu :

Pendant 38 jours.	Gain de plomb. —	Plomb recueilli = 10,8 p. 100	9,5 p. 100
— 29 —	Perte < 15 p. 100 —	— 7,8	
— 61 —	Perte > 15 p. 100 —	—	3,5

L'influence de la teneur du lit ressort immédiatement : la perte définitive, pendant ce laps, n'a été que 5,3 p. 100, grâce évidemment au plomb contenu dans le minerai.

Ces chiffres n'ont d'ailleurs d'intérêt qu'au point de vue des erreurs à ne plus commettre.

A Couëron, avec un lit à 10 p. 100, les pertes (récupération des fumées comprises) sont restées notablement inférieures à 10 p. 100 pour le plomb et 5 p. 100 pour l'argent : c'est un beau résultat, étant donné qu'à l'analyse le minerai n'a rendu que 1,5 p. 100 de plomb.

Aménagement de la fonderie. — La fonderie de la Caunette ne présente rien qui mérite d'être cité avec détail ; elle a successivement employé des fours en briques à trois tuyères, puis des cuves en fonte à circulation d'eau et à cinq tuyères, enfin un water-jacket en tôle d'acier à huit tuyères. Le diamètre moyen est de 1 mètre, la hauteur utile de 3 mètres ; avec les faibles teneurs en plomb, la pression du vent ne pouvait être poussée au-delà de 18 centimètres d'eau, sous peine de former des sous-sulfures pâteux se collant au creuset ; on n'a pas pu non plus dépasser cette pression à l'usine de Pongibaud, tandis que, dans un water-jacket de 5 mètres de hauteur, analogue à ceux de Couëron, on peut atteindre une pression sensiblement plus élevée, et cela sans réduction de fer ; cette allure est évidemment la bonne ; elle permet de passer 16 tonnes de minerai contenant une forte proportion de menu, chiffre qu'on pourrait sans doute porter à 20 tonnes, si on avait la précaution, indispensable à notre avis, d'agglomérer ce menu en boulettes ovoïdes, avec de la chaux ou de l'argile.

L'outillage est complété par un ventilateur Farcot et deux pompes ; il est mû par un moteur hydraulique.

Le minerai, versé à terre, où on le laisse sécher pendant quelques jours, est rechargé, passé dans un trommel, dont le refus est concassé et étendu en lits d'une trentaine de tonnes qu'on charge dans les fours, après analyse et mélange des fondants et des scories et par 400 kilogrammes à la fois. Un ouvrier charge deux fours; le fondeur fait couler la scorie par intervalles; on coule le plomb quatre fois par jour. Les pots à scories sont versés après refroidissement ; la scorie est cassée, chargée dans des wagonnets, remontée sur la route et conduite au crassier, en face de la mine, à environ 600 mètres de la fonderie.

L'atelier de désargentation est incomplet, car il manque une batterie de zingage.

Frais spéciaux. — Nous pouvons dresser le devis des frais spéciaux qu'entraîne l'utilisation du minerai de la Caunette. En ce qui concerne l'abatage, les chiffres sont ceux pratiqués à la mine; en ce qui regarde le traitement, ce sont les chiffres obtenus à l'usine de Couëron, qui, jusqu'ici, est de beaucoup celle qui a tiré le meilleur parti du minerai. Il y a lieu seulement de remarquer que, si, dans cette usine, la main-d'œuvre par tonne est moins coûteuse, le coke est plus cher (32^{fr},50 au lieu de 30 francs) qu'à la Caunette, de sorte que, en réalité, le prix de traitement suppose qu'on pratique, avec les prix inhérents à la Caunette (main-d'œuvre, combustible, fondant), les opérations effectuées à Couëron et dans les mêmes conditions de consommation et de rendement qu'à Couëron.

Dans cette usine, une partie du plomb ajouté l'a été sous forme de crasses de zincage provenant d'opérations indépendantes, le surplus sous forme de galène grillée ;

cette matière peut seule être utilisée dans une usine où on ne produit de plomb que ce qui est nécessaire à l'entraînement de l'argent du minerai ferreux. Les frais spéciaux relatifs au traitement des matières plombeuses supposeront donc que leur addition a lieu sous forme de galène à 60 p. 100 de plomb et 800 grammes d'argent à la tonne de plomb, dans laquelle on paie la totalité des métaux contenus au vendeur, celui-ci consentant à une bonification de 60 francs par tonne de minerai pour la fusion et la désargentation.

Le bilan accessoire des matières plombeuses nécessaires au traitement de 1 tonne de ferreux s'établit donc ainsi :

250 kilogrammes de galène crue coûtant :

Pour grillage : 250 k. à 15 fr. la tonne	3^{f},75	
Pour perte à la fusion : 10 p. 100 plomb (15 k. à 26^{f},50)	3 98	
— 5 p. 100 argent (5 gr. à 110^{f}).	0 60	
Pour désargentation de 135 k. plomb à 40 fr. la tonne.	5 40	
	13^{f},73	13^{f},75

dont il faut déduire les bonifications consenties,

Soit pour la fusion : 250 k. à 60 fr. la tonne	15^{f}	15^{f}
Ce qui laisse, par tonne de ferreux, un boni de...		1 27

Ceci posé, le devis total s'établit ainsi:

Abatage.	Abatage et triage	4^{f}
	Poudres et outils	0 42
	Manutention (sortage, concassage, mise en lit).	1 78
	Travaux de recherches	1 50
Fusion.	Fusion (main-d'œuvre)	4^{f},50
	Fondant (200 k. silice à 1 fr. la tonne)	0 20
	Coke (230 k. à 30 fr. la tonne)	6 90
	Enlèvement des scories	1
	10 p. 100 du total pour entretien	2 03
		22^{f},33

dont il faut enlever, pour boni du fondeur, 1^{fr},27.

Il reste 21^{fr},06 pour les frais spéciaux.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. VILLOT

INSPECTEUR GÉNÉRAL DES MINES

les 8 et 9 avril 1897.

DISCOURS DE M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE (*)

Membre de l'Institut,
Inspecteur général des Mines, Directeur de l'École nationale supérieure des Mines.

M. le Vice-Président du Conseil général des Mines avait préparé quelques paroles pour exprimer, en ce moment douloureux, les sentiments que nous éprouvons tous. Mais, par une désolante erreur de la poste, il n'a pas été prévenu du moment de cette cérémonie, et ne se trouve pas ici. On me demande de prononcer à sa place quelques mots. Il serait, je le reconnais, trop triste que notre ami partît pour son dernier repos sans un seul adieu. Cependant je ne suis nullement préparé à cette mission. Je n'ai aucun document, aucun renseignement. Je ne puis donc que chercher dans mon cœur ce qui est aussi dans tous les vôtres.

Nos cœurs sont serrés en effet par un aussi grand malheur. Ernest Villot a été un vaillant ingénieur, un homme de bien et de droiture, un charmant camarade, un père de famille modèle. Dans mes courses à travers le Midi

(*) Discours prononcé le 8 avril à Paris, à la gare de Lyon.

où s'est accomplie la plus longue partie de sa carrière, j'ai retrouvé la trace profonde de ses travaux et de son action. Il y réalisait la conception que nous devons nous faire de notre mission d'ingénieurs des mines. Il avait le sentiment, l'instinct de l'autorité dans ce qu'elle a de sain, de sauveur pour la société à tous ses degrés. En même temps il se sentait vivement sollicité par tout ce qui concerne le bien de l'ouvrier et son meilleur intérêt, si souvent dénaturé. Il était attiré vers ces rudes travailleurs des mines, pour eux-mêmes, et nullement par le désir d'aucune popularité personnelle.

Mais c'est quand il fut appelé dans le Conseil général des Mines que j'ai pu mieux encore le connaître. Il a tenu parmi nous une grande place. La chaleur de son exposition, sa clarté d'explications, la justesse de son jugement, le soin attentif avec lequel il préparait ses rapports lui donnaient beaucoup d'influence.

Il meurt officier de la Légion d'honneur, dans le grade élevé d'Inspecteur général des Mines de 2e classe. Mais je tiens à dire que, par l'âge auquel il avait su atteindre ce premier échelon, il était nécessairement marqué pour la 1re classe de ce grade, c'est-à-dire pour le sommet de la hiérarchie ; et, de l'assentiment de tous, il en était absolument digne.

Il m'eût fallu quelques recherches pour pouvoir vous signaler ses principaux travaux. Deux d'entre eux, tout au moins, me reviennent en ce moment à la mémoire, parce qu'ils ont abouti, sous sa plume, à de remarquables notices insérées dans les *Annales des Mines*.

La première de ces questions est relative à cette belle création de la galerie d'écoulement au niveau de la mer, du bassin de lignites des Bouches-du-Rhône, qui fournit l'exemple le plus écrasant peut-être de la lutte du mineur contre les eaux souterraines.

L'autre sujet concerne cette curieuse et dangereuse

mine de Rancié, legs du moyen-âge pour son organisation ouvrière attardée dans notre siècle, dont la discordance avec les nécessités économiques actuelles eût amené une ruine inévitable, sans l'effort salutaire qui vient d'être accompli en sa faveur par les Pouvoirs publics, après avoir été laborieusement préparé par le Service des Mines. Villot en a été le principal artisan; et, en outre du succès de cette bienfaisante réforme administrative, nous lui devons une intéressante étude historique et technique sur cette mine célèbre.

On a dit avec raison que ce qu'il y a de plus grand dans l'homme n'est pas l'intelligence, mais le cœur. Les beaux travaux de notre ami ne doivent donc pas nous laisser oublier ses nobles et attachantes qualités. C'était un cœur très chaud ; il était chaleureux et entraînant en paroles, en même temps que bienfaisant, constant dans l'action efficace et persévérante. Les hommes de cette trempe se jugent par leurs fruits. Pour l'apprécier à sa véritable mesure, il suffit de jeter les yeux sur la famille qu'il a fondée. Vous la connaissez; vous savez quelle union y régnait entre tous, quel respect environnait le chef aujourd'hui perdu, dorénavant remplacé par cette courageuse et aimable femme qui a captivé et embelli sa vie. Vous savez qu'à côté de tant de devoirs austères, l'art régnait dans ce milieu sous une forme charmante et très élevée. Ce ne sont pas là des créations vulgaires ; c'est l'empreinte parlante de celui qui n'est plus. De cet ami si cher, il ne reste aujourd'hui qu'un souvenir sur cette terre, et une âme qui vient de retourner chrétiennement à Dieu, en qui il avait foi.

DISCOURS DE M. GOUIN (*)

Ingénieur des Ponts et Chaussées en retraite,
Directeur de la Société générale de transports maritimes à vapeur.

Messieurs,

Celui qu'une mort prématurée vient d'enlever à notre affection fut un savant ingénieur et un homme de bien. Ernest Villot, né à Dijon le 13 mars 1834, d'une famille modeste, manifesta de bonne heure les merveilleuses aptitudes scientifiques, qui devaient le conduire plus tard à un rang élevé. Entré en 1853 à l'École Polytechnique, il fut classé, en 1855, dans le Corps des Mines. Nommé ingénieur à Avignon, en 1858, il fut bientôt après fixé à Marseille, où il conquit successivement ses divers grades d'Ingénieur ordinaire et d'Ingénieur en chef, jusqu'en juillet 1886, époque à laquelle il fut appelé à Paris. Enfin, nommé Inspecteur général de 2e classe en février 1888 et Chevalier depuis 1873, il fut promu, le 25 juillet 1896, au grade d'Officier dans l'Ordre national de la Légion d'Honneur.

Ces récompenses montrent combien étaient appréciés en haut lieu les services de cet ingénieur distingué. Chargé d'abord du sous-arrondissement minéralogique de Marseille, comprenant les trois départements de Vaucluse, des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône, il eut en plus, comme ingénieur en chef, ceux du Var, des Alpes-Maritimes et de la Corse. Actif et vigilant, il connaissait à fond les exploitations minières de cette vaste région, et

(*) Discours prononcé le 9 avril à Marseille, au cimetière Saint-Pierre.

les propriétaires de mines recouraient toujours avec fruit à ses conseils aussi obligeants que sûrs.

Attaché dès juillet 1862 au service du contrôle et de l'exploitation des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, il fut, à partir de 1880, exclusivement occupé du contrôle des voies ferrées et, lorsqu'il vint à Paris en 1886, ce fut au titre d'ingénieur en chef du contrôle du Chemin de fer d'Orléans.

Ernest Villot, parcourant ainsi brillamment les étapes de sa belle carrière, a fait insérer dans les *Annales des Mines*, en 1883, une étude magistrale sur le bassin de Fuveau, remontant, comme conception primitive, à l'année 1874. Cette étude a été la base du beau projet de la galerie de la mer dont la concession a soulevé des difficultés administratives considérables et dans l'exécution de laquelle Ernest Villot fut, pour le regretté Ernest Biver, un puissant collaborateur. Les deux amis n'auront pu, hélas ! ni l'un ni l'autre, contempler l'achèvement et le succès aujourd'hui certain de cette belle œuvre.

D'autres mémoires moins importants sur les Eaux de Camoins-les-Bains, sur les Plans inclinés automoteurs, sur la Propagation latérale des mouvements d'effondrement dans les Mines et tout récemment une savante étude administrative sur les Mines de fer de Rancié qui réalisent, depuis cinq cents ans, l'organisation de la Mine aux Mineurs, transmettront aux jeunes générations d'ingénieurs le nom d'Ernest Villot.

En dehors de ses fonctions proprement dites, il fut, en 1871, l'un des promoteurs de la Société Scientifique et Industrielle de Marseille, qu'il présida de 1878 à 1880, et il publia, dans le *Bulletin* de cette Société, entre autres travaux intéressants, des Mémoires sur le bassin houiller du Reyran, sur les combustibles minéraux en Espagne, sur les Machines d'épuisement des Mines, enfin sur un projet d'Association de propriétaires de machines à va-

peur, dont la réalisation a permis aux industriels d'unir leurs efforts, en vue de la meilleure utilisation du combustible et du maximum de sécurité.

Tels sont, succinctement énumérés, les travaux de l'homme remarquable qui aurait pu rendre pendant de longues années encore de grands services à son pays, si l'implacable mort ne l'avait pas frappé, sans que la gastralgie dont il était atteint pût faire prévoir un aussi funeste dénouement.

Après avoir esquissé rapidement la carrière de l'ingénieur, nous voudrions être à la hauteur de notre sujet, en faisant connaître les qualités et les vertus de notre ami regretté.

Administrateur modèle, d'une droiture et d'une rigidité de principes inflexibles, Ernest Villot laisse le souvenir du caractère le plus élevé. Les qualités brillantes d'un esprit aussi étincelant que cultivé n'étaient égalées chez lui que par une exquise bonté. Ayant perdu son père de bonne heure, il avait été suivi dès le début de sa carrière d'ingénieur par une mère bien-aimée, qu'il a entourée jusqu'à son dernier jour des attentions de la piété filiale la plus délicate. Il y était aidé par sa vaillante compagne dont il avait reçu en dot un jeune frère et une jeune sœur orphelins comme elle, et qu'ils ont élevés comme leurs propres enfants.

Devenu lui-même chef d'une nombreuse famille, son grand cœur savait encore se dilater au profit des déshérités de la vie, et les enfants de M. Sentis, ingénieur en chef des Mines, ceux de M. Gaulliard, ingénieur des Hauts Fourneaux de Saint-Louis, et bien d'autres encore, privés de bonne heure de leurs parents, dirigés par lui jusqu'à l'obtention de positions honorables, pourraient seuls dire les sollicitudes de celui qui fut pour eux un second père.

Pourquoi faut-il qu'il ait été lui-même enlevé à sa jeune

famille de six enfants dont les deux aînés seuls sont à peine acheminés ?

Puisse la Divine Providence et l'affection de ses amis ne pas faire défaut à la courageuse femme que vient accabler une aussi lourde tâche ! Nous lui adressons l'expression de nos respectueux et sympathiques regrets, confiants que la belle âme de notre cher Ernest Villot goûte au Ciel le bonheur mérité par ses vertus.

BULLETIN.

LÉGISLATION ÉTRANGÈRE.

BELGIQUE.

Loi du 11 *avril* 1897 *instituant des délégués à l'inspection des mines.*

Léopold II, roi des Belges,
A tous présents et à venir, Salut.
Les Chambres ont adopté et Nous sanctionnons ce qui suit:

Art. 1er. — Tous les trois ans, les sections de l'industrie et du travail (*) qui représentent l'industrie des charbonnages proposent au Ministre de l'industrie et du travail, conformément aux règles tracées ci-après, des candidats aux emplois de délégués à l'inspection des travaux souterrains des mines de houille.

Art. 2. — Le nombre, l'étendue et les limites des circonscriptions dans lesquelles les délégués à l'inspection des mines exercent leurs fonctions sont arrêtés tous les trois ans par le Roi.

Il y aura au moins trente-cinq et au plus quarante-cinq circonscriptions.

Art. 3. — Deux candidats au moins sont proposés pour chaque emploi de délégué à l'inspection des mines.

Le cas échéant, la section compétente du conseil de l'industrie et du travail présente autant de listes de candidats qu'il y a de circonscriptions dans son ressort.

Si la circonscription s'étend sur les ressorts de plus d'un conseil, les sections compétentes sont réunies en assemblée plénière à l'effet de désigner les candidats.

Art. 4. — Les sections compétentes sont convoquées en séance spéciale par le Ministre de l'industrie et du travail, aux fins de procéder à la présentation des candidats.

L'ordre du jour de la séance ne peut porter aucun autre objet.

(*) Voir, *infrà*, p. 648, la loi du 16 août 1887.

Art. 5. — La présentation de chaque candidat se fait séparément au scrutin secret. Elle n'est valable que pour autant que la moitié au moins des membres de la section ou des sections réunies prenne part au vote et que le candidat réunisse la majorité absolue des suffrages.

Les membres empêchés de se rendre au scrutin peuvent se faire remplacer par un des membres suppléants de leur section et catégorie respectives.

Par dérogation à l'article 12 de la loi du 16 août 1887, tous les membres effectifs présents et les suppléants remplaçant les membres effectifs empêchés ont le droit de participer au vote.

Art. 6. — Pour être valablement proposé à un emploi de délégué à l'inspection des mines, il faut:

1° Être Belge ;

2° Être âgé de trente ans accomplis;

3° Exercer effectivement, depuis dix ans au moins, à titre d'ouvrier ou de surveillant, soit dans les circonscriptions limitrophes, une ou plusieurs des branches du travail souterrain de la mine exigeant un apprentissage, à l'exclusion de tout travail de manœuvre ou d'auxiliaire;

4° Savoir lire et écrire et connaître les quatre règles de l'arithmétique;

5° Posséder des notions élémentaires relativement à la lecture de plans d'une exploitation dans une même allure de couche en plateure ou en dressant;

6° Ne se trouver dans aucun des cas d'indignité prévus par les articles 8 et 41 de la loi organique des conseils de prud'hommes;

7° N'avoir, depuis cinq ans, encouru aucune condamnation pour infraction aux règlements de police sur les mines.

L'âge d'éligibilité peut être réduit à vingt-cinq ans et la durée de l'exercice du métier réduite à cinq ans, pour les ouvriers ou surveillants porteurs d'un diplôme de capacité délivré par une école industrielle, agréée à cette fin, dans des conditions à déterminer par arrêté royal.

Art. 7. — Le Ministre nomme à l'emploi de délégué à l'inspection l'un des candidats présentés.

A défaut de deux présentations valables, le ministre peut nommer le délégué de la circonscription parmi les ouvriers réunissant les conditions énumérées à l'article précédent.

Art. 8. — Les délégués à l'inspection des mines sont nommés pour trois ans.

Le délégué dont les fonctions n'ont pas été renouvelées ne peut

être valablement présenté à nouveau comme candidat que s'il a repris le métier de mineur et l'exerce effectivement depuis un an au moins au moment de la nouvelle présentation.

Art. 9. — En cas de décès, démission ou révocation d'un délégué à l'inspection des mines, de nouvelles propositions peuvent être demandées au collège compétent, en vue de remplacer le délégué décédé, démissionnaire ou révoqué, pour la durée restant à courir du terme de sa charge.

Le Ministre peut aussi confier *ad interim* la fonction vacante à un ou plusieurs délégués de circonscriptions limitrophes. La même faculté appartient au Ministre lorsqu'un délégué est momentanément empêché de remplir ses fonctions pour cause de maladie ou tout autre motif.

Art. 10. — Les délégués à l'inspection des mines ont pour mission :

1° D'examiner, au point de vue de la salubrité et de la sécurité des ouvriers, les travaux souterrains des mines ;

2° De concourir à la constatation des accidents et à la recherche des causes qui les ont occasionnés ;

3° De signaler, le cas échéant, les infractions aux lois et arrêtés sur le travail, à l'exécution desquels les ingénieurs des mines sont chargés de veiller.

Dans cette mission, ils se conformeront aux instructions que, le cas échéant, leur donneraient les ingénieurs des mines.

Art. 11. — Chaque délégué fait au moins dix-huit visites par mois dans les travaux souterrains de sa circonscription.

A sa sortie des travaux, il consigne dans un registre spécial fourni par l'administration des mines et tenu, au siège de l'exploitation, à la disposition de la direction et des ouvriers :

1° La date de la visite ;

2° Les heures auxquelles la visite a commencé et fini ;

3° L'itinéraire suivi ;

4° Les faits essentiels observés.

Le directeur de l'exploitation a le droit de consigner ses observations, dans le même registre, en regard de celles du délégué.

Le délégué adresse, sans retard, copie des observations insérées au registre à l'ingénieur qui lui a été désigné à cette fin.

Art. 12. — Les délégués à l'inspection des mines peuvent exiger un guide pour leurs parcours souterrains. Ils ne peuvent refuser d'être accompagnés.

Au cours de leurs visites, les délégués ont toujours le droit d'enjoindre à leur guide de s'écarter momentanément à l'effet

de permettre aux ouvriers de s'entretenir librement avec eux.

Ils peuvent, sans toutefois les déplacer et sans en lever copie, prendre connaissance des plans des couches en exploitation et des listes des ouvriers.

Ils sont tenus de se conformer aux mesures prescrites par les règlements pour assurer l'ordre et la sécurité dans les travaux.

Art. 13. — Le délégué qui est atteint d'une infirmité le rendant impropre à son service peut être relevé de ses fonctions par le Ministre.

Pourra être révoqué par le Ministre, le délégué qui se rendra coupable d'un manquement grave à ses devoirs ou qui cessera de réunir les conditions prescrites à l'article 6, 6° et 7°, de la présente loi.

Art. 14. — Les délégués à l'inspection des mines ne peuvent être membres ni des conseils de prud'hommes, ni des conseils de l'industrie et du travail, ni des chambres législatives, ni des conseils provinciaux ou communaux.

Art. 15. — Les délégués à l'inspection des mines ne peuvent faire le commerce. Cette interdiction s'étend à leur femme et à leurs parents et alliés en ligne directe qui habitent avec eux.

Art. 16. — Il est alloué aux délégués à l'inspection des mines, à charge de l'État, une indemnité annuelle et des frais de route à fixer par arrêté royal.

Art. 17. — Les délégués à l'inspection des mines continueront, pendant la durée de leur mandat, à jouir éventuellement des avantages accordés par les caisses communes de prévoyance en faveur des ouvriers mineurs auxquelles se trouvaient affiliées les exploitations où ils étaient occupés en dernier lieu.

Les retenues réglementaires seront, le cas échéant, opérées sur leurs indemnités et versées, par les soins de l'État, aux caisses dont il s'agit.

Art. 18. — Le Ministre pourra toujours autoriser l'accès des mines à des délégués spéciaux chargés de l'étude de questions concernant la sécurité ou la salubrité.

Art. 19. — Des délégués ouvriers à l'inspection des exploitations souterraines autres que les mines de houille pourront être institués par arrêté royal.

Art. 20. — Seront punis d'une amende de 26 à 500 francs et d'un emprisonnement de huit jours à trois mois ou d'une de ces peines seulement :

1° Quiconque, pour déterminer un membre du conseil de l'industrie et du travail à s'abstenir de voter ou pour influencer son

vote, lors de la présentation des candidats à l'inspection des mines, lui aura directement ou indirectement offert ou promis soit de l'argent, soit des secours, soit des valeurs ou avantages quelconques ;

2° Quiconque aura, dans le même but, usé de voies de fait, de violences ou de menaces à l'égard d'un membre du conseil de l'industrie et du travail, ou lui aura fait craindre de perdre son emploi ou d'exposer à un dommage sa personne, sa famille ou sa fortune ;

3° Les membres du conseil de l'industrie et du travail qui auront accepté les offres ou promesses préqualifiées.

Art. 21. — Sera puni des peines portées en l'article précédent, quiconque aura mis obstacle à l'exercice de la mission des délégués spéciaux à l'inspection des mines ou autres exploitations souterraines.

Les chefs d'industrie sont civilement responsables du payement des amendes prononcées à charge de leurs directeurs ou gérants en vertu du présent article.

Art. 22. — Le chapitre VII et l'article 85 du livre premier du Code pénal sont applicables aux infractions prévues par la présente loi.

Art. 23. — La présente loi sera exécutoire six mois après sa promulgation.

Promulguons la présente loi, ordonnons qu'elle soit revêtue du sceau de l'État et publiée par la voie du *Moniteur*.

Donné à Laeken, le 11 avril 1897.

LÉOPOLD.

Loi du 16 août 1887
instituant le Conseil de l'industrie et du travail.

Léopold II, roi des Belges,

A tous présents et à venir, Salut.

Les Chambres ont adopté et Nous sanctionnons ce qui suit :

Art. 1er. — Il est institué, dans toute localité où l'utilité en est constatée, un conseil de l'industrie et du travail.

Ce conseil a pour mission de délibérer sur les intérêts communs des patrons et des ouvriers, de prévenir et, au besoin, d'aplanir les différends qui peuvent naître entre eux.

Art. 2. — Il se divise en autant de sections qu'il y a dans la localité d'industries distinctes, réunissant les éléments nécessaires pour être utilement représentées.

Art. 3. — Les conseils sont établis par arrêté royal, soit d'office, soit à la demande du conseil communal ou des intéressés, patrons ou ouvriers.

L'arrêté fixe l'étendue et les limites de leur ressort et détermine le nombre et la nature de leurs sections.

Art. 4. — Chaque section est composée, en nombre égal, de chefs d'industrie et d'ouvriers, tels qu'ils sont définis par la loi organique des conseils de prud'hommes. Ce nombre est fixé par l'arrêté qui institue le conseil. Il ne peut être inférieur à six, ni excéder douze.

Art. 5. — Les ouvriers choisissent parmi eux, suivant le mode et dans les conditions fixés par la loi des prud'hommes, les délégués qui doivent les représenter dans le sein de la section.

Ils désignent en même temps des suppléants.

Art. 6. — Si les chefs d'industrie sont en nombre plus considérable que celui qui est fixé, pour faire partie du conseil, ils désignent parmi eux ceux qui doivent les représenter. Si le nombre est insuffisant, il est complété par des chefs d'industrie similaire, pris dans les localités voisines et désignés par la députation permanente.

Dans l'un ou l'autre cas, des suppléants seront désignés.

Art. 7. — Le mandat des chefs d'industrie et celui des ouvriers est de trois ans. Il peut être renouvelé. En cas de décès, démission, départ de la circonscription ou abandon de l'industrie qui était exercée au moment de l'élection, les suppléants sont appelés en fonctions dans l'ordre déterminé par le nombre de voix qu'ils ont obtenues.

Si un délégué convoqué fait défaut à trois reprises, il est considéré comme démissionnaire.

Art. 8. — Chaque section se réunit au moins une fois par an, au jour et dans le local indiqués par un arrêté de la députation permanente du conseil provincial.

La section est, en outre, convoquée extraordinairement par la députation à la demande soit des chefs d'industrie, soit des ouvriers.

Art. 9. — Chaque section choisit dans son sein un président et un secrétaire. A défaut de président élu par la majorité des membres présents, ou en son absence, la section est présidée par le plus âgé des membres présents. Dans le même cas, le plus jeune remplit les fonctions de secrétaire.

Art. 10. — Lorsque les circonstances paraissent l'exiger, le gouverneur de la province, le bourgmestre ou le président con-

voque, à la demande soit des chefs d'industrie, soit des ouvriers, la section de l'industrie dans laquelle un conflit s'est produit. La section recherche les moyens de conciliation qui peuvent y mettre fin. Si l'accord ne peut s'établir, la délibération est résumée dans un procès-verbal qui est rendu public.

Art. 11. — Le Roi peut réunir le conseil de la circonscription en assemblée plénière, pour donner son avis sur des questions ou des projets d'intérêt général relatifs à l'industrie ou au travail et qu'il jugerait utile de lui soumettre.

Il peut aussi réunir plusieurs sections appartenant soit à la même localité, soit à des localités différentes.

Cette assemblée élit son président et son secrétaire. A défaut de président ou de secrétaire élu par la majorité des membres présents, ou en leur absence, le conseil est présidé comme il est dit à l'article 9. Il en de même du secrétaire.

Art. 12. — L'arrêté royal convoquant l'assemblée plénière, de même que les arrêtés du gouverneur ou de la députation permanente convoquant une section, indiquent l'ordre du jour et fixent la durée de la session. Aucun objet étranger à l'ordre du jour ne peut être mis en délibération.

Lorsque le nombre des patrons présents n'est pas égal à celui des délégués ouvriers, le plus jeune membre de la catégorie la plus nombreuse n'a que voix consultative.

Les séances ont lieu à huis clos, mais le conseil ou la section peut décider que les procès-verbaux des délibérations seront rendus publics.

Art. 13. — Le Gouvernement peut nommer un commissaire pour assister à l'assemblée plénière, y faire telles communications qu'il jugera utiles et prendre part aux débats, s'il y a lieu, sur les questions soumises ou les mesures projetées.

Art. 14. — Les communes du siège de l'institution sont tenues de fournir les locaux nécessaires à la tenue des séances du conseil ou des sections.

Art. 15. — Une indemnité est allouée par jour de session aux membres du conseil réunis en assemblée plénière ou de plusieurs sections. Elle est fixée par la députation permanente et supportée par le budget provincial.

Promulguons la présente loi, ordonnons qu'elle soit revêtue du sceau de l'État et publiée par la voie du *Moniteur*.

Donné à Ostende, le 16 août 1887.

LÉOPOLD.

BIBLIOGRAPHIE.

PREMIER SEMESTRE DE 1897 (*).

OUVRAGES FRANÇAIS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

APPELL (P.) et E. LACOUR. — Principes de la théorie des fonctions elliptiques et Applications. In-8°, IX-421 pages avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. 12 fr. (638)

BERTEZÈNE (A.). — Mémoire à l'Académie des Sciences (I, Des probabilités; II, Théorèmes sur le jeu; III, Théorie mathématique du baccarat; IV, Sommation de nombres; V, Problèmes sur les pôles et polaires). In-18 jésus, 87 p. avec fig. Paris, lib. de la Voix de Paris. (5869)

BONNEL (J.-F.). — Les Atomes et Hypothèses dans la géométrie. Nouvelle édition, avec 25 fig. In-8°, 159 p. Lyon, Rey. 5 fr. (3625)

IAGGI (E.). — Recherches sur la théorie des fonctions. In-4°, 129 pages. Besançon, imp. spéciale. (5546)

KŒNIGS (G.). — Leçons de cinématique, professées à la Sorbonne. Avec des notes par MM. *G. Darboux*, *E. Cosserat* et *F. Cosserat*. Cinématique théorique. In-8°, x-199 p. Paris, Hermann. (1738)

DU LIGONDÈS (R.). — Formation mécanique du système du monde. Avec un résumé de la nouvelle théorie, par l'abbé *Th. Moreux*, professeur de mathématiques. In-8°, XLIV-185 pages avec figures. Paris, Gauthier-Villars et fils. (77)

(*) Les numéros qui figurent à la suite de chaque ouvrage sont ceux sous lesquels ces ouvrages sont respectivement inscrits dans la Bibliographie française et dans les Bibliographies étrangères.

MÉRAY (C.). — Leçons nouvelles sur l'analyse infinitésimale et ses applications géométriques. Troisième partie: Questions analytiques classiques. In-8°, VI-206 p. Paris, Gauthier-Villars et fils. 6 fr. (741)

PAINLEVÉ (P.). — Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles, professées à Stockholm (septembre, octobre, novembre 1895), sur l'invitation de S. M. le roi de Suède et de Norvège. In-4°, 590 pages. Paris, Hermann. (3764)

SALMON (G.). — Traité de géométrie analytique à deux dimensions (sections coniques), contenant un exposé des méthodes les plus importantes de la géométrie et de l'algèbre modernes. Ouvrage traduit de l'anglais par MM. *H. Resal* et *V. Vaucheret*. 3e édition française (conforme à la 2e), publiée d'après la 6e édition anglaise, par M. *V. Vaucheret*, lieutenant-colonel d'artillerie, professeur à l'École supérieure de guerre. In-8°, XXIV-698 pages avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils. (5126)

WILLIOT (V.). — Essai technique sur la rectification de l'ellipse et des intégrales elliptiques ou hyperelliptiques. In-8°, 52 p. avec figures. Paris, Dunod et Vicq. (Ext. des *Annales des Ponts et Chaussées.*) (615)

2° *Physique et Chimie.*

ARTH (G.). — Recueil de procédés de dosage pour l'analyse des combustibles, des minerais de fer, des fontes, des aciers et des fers. In-8°, III-318 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud. (3213)

AUBEL (E. Van). — Sur la formule de M. H. Becquerel relative à la polarisation rotatoire magnétique; Sur la transparence des corps aux rayons X. In-8°, 8 p. Tours, imp. Deslis frères. (Extr. du *Journal de Physique.*) (2765)

BÉCHAMP (A.). — Analyse des eaux minérales acidules-alcalines-ferrugineuses du Boulou. In-8°, 40 p. Perpignan, imp. de l'Indépendant. (2034)

BÉHAL. — Sur la stéréochimie de l'azote, conférence faite au laboratoire de M. Friedel, le 2 mai 1896. In-8°, 27 p. avec figures. Paris, Carré et Naud. (Extr. des *Actualités chimiques.*) (470)

COTTON. — Recherches expérimentales sur la polarisation rotatoire magnétique. In-8°, 38 pages avec fig. (Extr. de *l'Éclairage électrique.*) (1883)

Deuxième supplément au Dictionnaire de chimie pure et appliquée d'Ad. Wurtz, publié sous la direction de Ch. Friedel, pro-

fesseur à la Faculté des Sciences de Paris, avec la collaboration de MM. P. Adam, A. Béhal, G. de Bechi, A. Bigot, L. Bourgeois, L. Bouveault, E. Burcker, C. Chabrié, P.-T. Cleve, Ch. Cloëz, A. Combes, C. Combes, A. Etard, Ad. Fauconnier, H. Gall, A. Gautier, H. Gautier, E. Grimaux, G. Griner, etc. T. 2. Fascicules 29, 30 (Fin du t. 2). In-8° à 2 col., p. 641 à 789. Paris, Hachette et Cie. Chaque fascicule 2 fr. (1007-1894)

—— T. 4. Fascicule 31. In-8° à 2 col., p. 1 à 80. Paris, Hachette et Cie. 2 fr. (4723)

Duhem (P.). — Traité élémentaire de mécanique chimique fondée sur la thermodynamique. T. I: Introduction; Principes fondamentaux de la thermodynamique; Faux équilibres et Explosions. In-8°, VIII-299 p. Paris, Hermann. (1687)

Fabry (C.). — Piles électriques. In-16, 171 pages avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et Cie. 2f,50. (2355)

Henriet (H.). — Les Gaz de l'atmosphère. In-16, 192 pages. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et Cie. 2f,50. (3284)

Issaly. — Optique géométrique. Huitième mémoire: Complément aux propriétés polarisatrices des faisceaux de rayons en général. In-8°, 42 p. Bordeaux, impr. Gounouilhou. (Extr. des *Mémoires de la Soc. des sciences phys. et nat. de Bordeaux.*) (325)

Le Chatelier. — Recherches sur la dissolution. In-8°, 92 p. avec fig. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines.*) (5043)

Macé de Lépinay (J.). — Influence de la capillarité sur les pesées hydrostatiques. In-8°, 7 p. avec fig. Tours, imp. Deslis frères. (Extr. du *Journal de Physique.*) (2992)

Magnier de la Source (L.). — Sur le dosage du bitartrate de potasse dans les vins. In-8°, 3 p. Paris, imp. Davy. (Extr. des *Annales de chimie analytique.*) (5779)

Mascart (E.) et J. Joubert. — Leçons sur l'électricité et le magnétisme. 2e édition, entièrement refondue par *E. Mascart*, membre de l'Institut. T. 2: Méthodes de mesure et Applications. In-8°, 921 p. avec 160 fig. Paris, Masson et Cie; Gauthier-Villars et fils. 25 fr. les deux volumes; ensemble, 45 fr. (5588)

Mendéléeff (D.). — Principes de chimie. Traduit du russe par M. *E. Achkinari*, docteur en médecine, et M. *H. Carrion*, chef de laboratoire à l'hôpital Saint-Antoine. Avec préface de M. *Armand Gautier*, membre de l'Académie des sciences et de l'Académie de médecine. 2e vol. In-16 carré, 429 p. avec figures. Paris, Tignol. (4820)

Nodon (A.). — La Photographie du spectre infra-rouge et Étude des rayons Röntgen. In-8°, 22 p. Paris, Perret et Cie. (1774)

Pellat (H.). — Cours de physique générale. Thermodynamique. Leçons professées à la Sorbonne en 1895-96. Rédigées par MM. *Duperray*, agrégé de l'Université, et *Goisot*, préparateur à la Sorbonne. In-8°, iv-318 p. avec figures. Paris, G. Carré et Naud. (6036)

Poincaré (H.). — Les Rayons cathodiques et la théorie de Jaumann. In-4° à 2 col., 15 p. Paris, G. Carré et Naud. (Extr. de *l'Éclairage électrique*.) (1292)

Saintignon (F. de). — Notice sur la nouvelle théorie des marées. Le Mouvement différentiel. In-4°, 4 p. Nancy, impr. Berger-Levrault et Cie. (4868)

Schlœsing fils (T.). — Étude sur la composition du grisou. In-8°, 28 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines*.) (5378)

Smoluchowski de Smolan. — Recherches sur une loi de Clausius au point de vue d'une théorie générale de la radiation. In-8°, 16 p. Tours, impr. Deslis frères. (Extr. du *Journal de Physique*.) (3149)

Swyngedauw (R.). — Contribution à l'étude des décharges. Les Potentiels explosifs statique et dynamique (thèse). In-4°, 41 p. avec fig. Paris, G. Carré et Naud. (6065)

—— Sur certaines expériences et propositions de M. Jaumann. In-4°, 7 p. avec fig. Paris, G. Carré et Naud. (Extr. de *l'Éclairage électrique*.) (6066)

Thomas-Mamert (R.). — Sur quelques amino-acides non saturés (thèse.) In-8°, 83 p. Paris, G. Carré et Naud. (1558)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

Bertrand (L.). — Étude géologique du nord des Alpes-Maritimes. In-8°, 214 pages avec 31 fig. et 8 planches. Paris, Baudry et Cie. (*Bull. des services de la carte géologique de la France et des topographies souterraines*.) (2036)

Boule (M.). — Note préliminaire sur les débris de dinosauriens envoyés au Muséum par M. Bastard. In-8°, 4 pages. Paris, Imp. nationale. (Extr. du *Bull. du Muséum d'hist. nat.*) (1383)

Cossmann (M.). — Essais de paléoconchologie comparée. 2e livraison. In-8°, 183 p. Paris, l'auteur, 95, rue de Maubeuge ; Comptoir géologique. (1667)

Gaube (J.). — Cours de minéralogie biologique. In-18 jésus, 239 p. Paris, Maloine. (1198)

Girardot (A.). — Études géologiques sur la Franche-Comté septentrionale. Le Système oolithique. In-8°, 416 p. Paris, lib. des sciences générales. (712)

Glangeaud. — Les Dislocations du sol aux environs de Montbron (Charente). In-8°, 4 pages avec carte. Paris, Imp. nationale. (Extr. du *Bull. du Muséum d'hist. nat.*). (1450)

Guébhard (A.). — Esquisse géologique de la commune de Mons (Var). In-8°, 101 p. et carte. Draguignan, imp. Latil. (4564)

Hamy (E.-T.). — L'Age de la pierre dans l'arrondissement de Bien-Hoa (Cochinchine française). In-8°, 5 p. avec fig. Paris, Imp. nationale. (Extr. du *Bull. du Muséum d'hist. nat.*) (3948)

Histoire naturelle de la France. Vingt-cinquième partie: Minéralogie; par *Paul Gaubert*, docteur ès sciences, attaché au Muséum d'histoire naturelle. In-16, IV-265 p. avec 18 planches en coul. et 119 fig. dans le texte. Paris, les fils d'Émile Deyrolle. 5 fr. (3950)

Hollande (D.). — Cours de géologie de l'École préparatoire de Chambéry (année scolaire 1895-1896). Les Sources et les Nappes aquifères alimentant en eaux potables la ville de Chambéry. In-8°, 63 pages. Chambéry, Imprimerie nouvelle. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'hist. nat. de la Savoie.*) (4282)

Huxley (T.). — Les Problèmes de la géologie et de la paléontologie. Avec une préface de l'auteur pour l'édition française. In-16, VI-314 p. avec 34 figures. Paris, J.-B. Baillière et fils. 3f,50. (4574)

Lapparent (A. de). — Les Anciens Glaciers. In-8°, 167 pages avec grav. Tours, Mame et fils. (2965)

Lemoine (V.). — De l'application des rayons Röntgen à l'étude de la zoologie actuelle et de la paléontologie. (Travail exécuté dans le laboratoire de M. le Dr Rémy.) Grand in-4°, 11 p. et planches. Paris, 9 bis, boulevard du Montparnasse (Extr. de la *Revue générale internat. scientif., litt. et artist.*). (3500)

Letacq (A.-L.). — Notice sur la constitution géologique et la flore des étangs du Mortier et des Rablais (Sarthe). In-8°, 12 pages. Le Mans, imp. Monnoyer. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'agric., sciences et arts de la Sarthe.*) (4339)

Limur (de). — Monographie du jade oriental ou néphrite et Note touchant les phénomènes d'épigénies métamorphiques dans le golfe du Morbihan. In-8°, 16 p. Vannes, imp. Galles. (2651)

Meunier (S.). — Nos terrains ; 24 planches en couleurs hors texte, aquarelles d'après nature, par P. Gusman et Jacquemin. 260 figures noires dessinées par René Victor-Meunier et Bidault. Livraisons 1re et 2e. In-8°, IX-16 p. Paris, Colin et Cie. 80 cent. la livraison. L'ouvrage sera complet en 25 livraisons. (5332-5597)

Pérès (A.). — Les Pierres et les Roches. Guide pratique pour reconnaître les principales roches et les pierres les plus utiles à l'aide de tableaux dichotomiques descriptifs. In-16, 63 pages. Paris, Nathan. (385)

Pomel. — Les Hippopotames. Grand in-4°, 65 p. et planches. Alger, impr. Fontana et Cie. (Carte géologique de l'Algérie. Paléontologie; Monographies.) (3090)

Quenouille (L.). — A propos d'une trouvaille de silex taillés faite à la Boissière par M. Ternisien, palethnologue. Simple note. In-8°, 8 pages. Le Havre, impr. Vattier. (2:06)

Renault (B.). — Notice sur les Calamariées (suite). In-8°, 50 p. et 12 planches. Autun, impr. Dejussieu père et fils. (Extr. du *Bull. de la Soc. d'hist. nat. d'Autun.*) (3110)

—— Les Bactériacées et les Bogheads à Pilas. In-8°, 7 p. avec fig. Paris, Impr. nationale. (Extr. du *Bull. du Muséum d'hist. nat.*) (4029)

Ramond (G.). — Étude géologique de l'aqueduc de l'Avre, dérivation vers Paris des sources de la Vigne et de Verneuil. In-8°, 22 p. avec fig. Paris, Imprim. nationale. (Extr. des *Comptes rendus du Congrès des Sociétés savantes.*) (906)

Thoulet (J.). — Sur le tassement des argiles au sein des eaux. In-8°, 16 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines*). (5401)

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

Bazin. — Expériences nouvelles sur la distribution des vitesses dans les tuyaux. In-4°, 27 p. avec fig. et 4 planches. Paris, Imp. nationale. (Extr. des *Mémoires présentés par divers savants à l'Acad. des sciences de l'Institut de France.*) (4929)

Bulletin des accidents d'appareils à vapeur survenus pendant l'année 1895. Résumé résultant de l'étude des dossiers administratifs. In-8°, 24 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines*). (4948)

Compte rendu des séances du quinzième congrès des ingénieurs en chef des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Bruxelles en 1891. In-8°, 140 pages avec fig. et planches. Paris, imp. Capiomont et Cie. (5470)

Compte rendu des séances du vingtième congrès des ingénieurs en chef des associations de propriétaires d'appareils à vapeur, tenu à Paris en 1896. In-8°, 212 p. avec grav. et planches. Paris, imp. Capiomont et Cie. (1406)

Dumont (G.) et G. Baignères. — Les Ascenseurs (Ascenseurs hydrauliques ; Ascenseurs hydrauliques avec emploi de moteurs à air comprimé, à gaz ou électriques ; Ascenseurs électriques). In-8°, 112 pages avec fig. Paris, Ve Dunod et Vicq ; 6, rue de la Chaussée-d'Antin. (Extr. du journal *le Génie civil.*) (78)

Girard (J.-B.). — Traité pratique des chaudières marines (description, entretien, conduite), à l'usage des mécaniciens de la marine militaire et de la marine du commerce et de l'industrie. In-16, 598 p. avec 20 planches et de nombreuses figures. Paris, Baudry et Cie. (4753)

Marié (G.). — Régulateurs. Organes de réglage et Volants des machines ; Théorie de la corrélation de ces appareils entre eux. In-8°, 181 p. Paris, Dunod et Vicq. (Extr. des *Annales des Mines.*) (3504)

Rateau. — Abaque des consommations théoriques d'une machine à vapeur et Nouvelle loi relative à la vapeur d'eau. In-8°, 10 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. du même recueil.) (5115)

Sosnowski (K.). — Roues et Turbines à vapeur. In-8°, IV-195 p. avec fig. Paris, Baudry et Cie. (Ext. du *Bull. de la Soc. d'encouragement pour l'industrie nationale.*) (5389)

Thiéry (E.) et C. Demonet. — Les Transports par câbles aériens. In-8°, VIII-114 pages et planches. Nancy, impr. Nicolle. (Extr. du *Bull. de la Soc. industr. de l'Est.*) (5400)

Walckenaer (C.). — Sur un mode particulier d'avaries le long des rivures de chaudières. In-8°, 24 p. avec fig. Paris, Dunod et Vicq. (Extr. des *Annales des Mines.*) (456)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

Bochet (A.). — Les Installations électriques. Résumé des conférences faites aux élèves de l'École supérieure d'électricité. In-4° à 2 col., 27 p. Paris, Carré et Naud. (Extr. de *l'Éclairage électrique.*) (5194)

Codron (C.). — Procédés de forgeage dans l'industrie. In-8°, VIII-554 p. avec fig. et album de 47 planches. Paris, Bernard et Cie. (1151)

Durand-Claye (C.-L.), Derôme et R. Féret. — Chimie appliquée à l'art de l'ingénieur. 2e édition, revue et considérablement augmentée. Première partie : Analyse chimique des matériaux de construction. Seconde partie : Étude spéciale des matériaux

d'agrégation des maçonneries; par *René Féret*, chef du laboratoire des ponts et chaussées de Boulogne-sur-Mer. In-8°, XIII-590 p. avec figures. Paris et Liège, Baudry et Cie. (4989)

GRANDEAU (L.). — Traité d'analyse des matières agricoles. 3e édition, considérablement augmentée, avec 171 fig. dans le texte, une planche en couleurs hors texte et 50 tableaux pour le calcul des analyses. 2 vol. In-8°. T. 1er, VIII-560 p.; t. 2, 618 p. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie. (1454)

LOPPÉ (F.). — Les Transformateurs de tension à courants alternatifs. In-16, 206 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et Cie. 2f,50. (5054)

MONTPELLIER (J.-A.). — Les Dynamos. (Principes; Descriptions; Installation ; Conduite ; Entretien ; Dérangements.) In-8°, 452 p. avec fig. Paris, Vicq-Dunod. (5337)

NEVEU (F.) et L. HENRY. — Manuel pratique de laminage du fer. In-16, 79 p. avec 6 fig. et 10 tableaux, et un atlas de 117 pl. Paris, Tignol. (2432)

OSMOND (F.). — Sur l'utilité de l'analyse micrographique dans la métallurgie du fer. Rapport présenté au Congrès international de chimie appliquée (juillet-août 1896). In-8°, 7 pages. Paris, Perret et Cie. (3763)

PELLISSIER (G.). — L'Éclairage à l'acétylène (Historique; Fabrication; Appareils ; Applications ; Dangers). In-8°, 238 p. avec fig. Paris, Carré et Naud. (2586)

PERRODIL (C. de). — Le Carbure de calcium et l'Acétylène; les Fours électriques. Préface de M. *Henri Moissan*, membre de l'Institut. In-16, 326 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. 7 fr. (4839)

PICOU (R.-V.). — Distribution de l'électricité. Installations isolées. 2e édition. In-16, 168 p. avec fig. Paris, Gauthier-Villars et fils; Masson et Cie. 2f,50. (6039)

POULENC (C.). — Les Nouveautés chimiques pour 1897. Nouveaux appareils de laboratoires ; Méthodes nouvelles de recherches appliquées à la science et à l'industrie In-8°, VIII-248 pages avec 160 fig. Paris, J.-B. Baillière et fils; Poulenc frères. (4633)

TESSON (A.). — L'Art du mouleur. Manuel pratique pour le moulage des pièces devant être coulées en fonte de fer ou en acier. In-8°, VII-316 p. avec fig. Paris, Baudry et Cie. (Extr. du *Bull. technol. de la Soc. des anciens élèves des écoles d'arts et métiers.*) (4645)

TRUCHOT (P.). — L'Ammoniaque; ses nouveaux procédés de fabrication. In-16, 367 p. Paris, Tignol. (2734)

VILLON (A.-M.) et P. GUICHARD. — Dictionnaire de chimie industrielle, contenant les applications de la chimie à l'industrie, à

la métallurgie, à l'agriculture, à la pharmacie, à la pyrotechnie et aux arts et métiers. T. 2, feuilles 10 à 19. In-4° à 2 col. Paris, Tignol. (2248)

6° *Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.*

Benard (J.). — Les Phosphates d'Algérie et de Tunisie. In-8°, 24 p. Meaux, Le Blondel. (4107)

Carte commerciale et minière des pays sud-africains (Transvaal, Orange, colonies anglaises du Cap et de Natal, colonie portugaise de Mozambique, Rhodesia, Nyassaland, etc.), dressée par *F. Bianconi*, ingénieur-géographe. Gravée par M. Perrin. Paris, F. Bianconi. (597)

Champy (L.). — Note sur l'incendie du puits Herménégilde (Silésie autrichienne) (14 janvier 1896). In-8°, 12 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines.*) (4955)

Chesneau. — Expériences sur les lampes de sûreté à rallumeur système E. Guichot. Rapport présenté à la Commission du grisou. In-8°, 11 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. du même recueil). (4961)

Czyszkowski (S.). — Les Venues métallifères de l'Espagne. (Portugal, Pyrénées, Corbières, Montagne noire, Maures, Corse, Sardaigne.) In-8°, 436 pages avec 17 planches. Paris, impr. nouvelle de Bois-Colombes. (4969)

Delafond (F.). — Note sur les dégagements instantanés de grisou. In-8°, 19 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines.*) (4977)

Gruner (A.). — Atlas du comité central des houillères de France. Cartes des bassins houillers de la France, de la Grande-Bretagne, de la Belgique et de l'Allemagne, accompagnées d'une description technique générale et de renseignements statistiques et commerciaux. In-4°, 76 p. et 36 pl. Paris, Baudry et Cie. (715)

Industrie (l') minière au Transvaal et la question des réformes. In-16, 63 pages. Paris, Guillaumin et Cie. 1 fr. (5965)

Launay (L. de). — La Collection des gîtes minéraux et métallifères à l'Ecole nationale supérieure des mines. In-8°, 56 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. 75 cent. (Extr. des *Annales des Mines.*) (3307)

Note sur l'exposition de la Société franco-belge des mines de Somorrostro en 1897. In-8°, 38 p. Paris, Chaix. (Exposition internationale de 1897 à Bruxelles.) (5344)

Parent. — Note sur la séparation des charbons pulvérulents par

l'action d'un courant d'air. In-8°, 8 pages. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines.*) (5096)

SCHMERBER (H.). — Les Explosifs de sûreté, leur fabrication, leurs propriétés et leurs usages. In-8°, 24 p. avec fig. Paris, 6, rue de la Chaussée-d'Antin. (Ext. du journal *le Génie civil.*) (1986)

Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1895, avec un appendice concernant la statistique minérale internationale. In-4°, xx-241 pages avec tracés graphiques et 7 planches en coul. Paris, Ve Dunod et Vicq; Baudry et Cie. 10 francs. (Ministère des travaux publics.) (926)

7° *Construction. — Chemins de fer.*

BONNEAU (H.). — Étude sur les chemins de fer français. In-4°, 82 pages, avec tableaux. Paris, Ve Dunod et Vicq. 12 francs.

DEBAUVE (A.). — Distributions d'eau. Égouts. T. I: Hydraulique. Théorie et Calcul des tuyaux et des aqueducs forcés ou à ciel ouvert; Jaugeages; Compteurs; Étude physique, chimique et bactériologique de l'eau; Filtrage et Purification; Eaux superficielles; Citernes, Digues et Grands Réservoirs; Sources naturelles et artificielles; Puits et Forages; Galeries souterraines; Pompes; Moteurs à vent. In-8°, 715 p. avec fig. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (4975)

DELEBECQUE (G.). — Manuel de statistique des chemins de fer français. Résultats de l'exploitation des sept grands réseaux pendant l'année 1895, publiés d'après les documents officiels. In-16, iv-38 p. Paris, Chaix. (496)

DEMOULIN (M.). — Chemins de fer. Locomotive et Matériel roulant. In-16, viii-402 pages avec fig. Paris, Ve Ch. Dunod et P. Vicq. (275)

DUPUY (P.). — La Traction électrique. Tramways; Locomotives et Métropolitains électriques: Traction dans les mines, sur eau et sur route; Études et Projets; Matériel; Prix de premier établissement; Exploitation; Prix de revient et Rendement financier. In-8°, 511 p. avec fig. Paris, Bécus. (2594)

FÉRET (R.). — Essais de divers sables pour mortiers. In-8°, 28 p. avec fig. Paris, Dunod et Vicq. (Extr. des *Annales des Ponts et Chaussées.*) (3268)

LEFÈVRE (V.). — Les Cheminées d'usines. Construction: Réparations. In-16, 48 p. avec 13 fig. Paris, Tignol. (5570)

Legay. — Note sur la question de l'utilité des chemins de fer. In-8°, 19 p. Paris, V° Ch. Dunod et P. Vicq. (Extr. des *Annales des Ponts et Chaussées.*) (335)

Matériel (le) de traction électrique de la Compagnie de Fives-Lille. In-4° à 2 col., 12 p. avec fig. Paris, G. Carré et C. Naud. (Extr. de *l'Éclairage électrique.*) (1256)

Rabut (C.). — Renseignements pratiques pour l'étude expérimentale des ponts métalliques. In-8°, 119 pages. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Ponts et Chaussées.*) (5113)

Statistique des chemins de fer français au 31 décembre 1895. Documents principaux. In-4°, 505 p. et 2 cartes en coul. Paris, Impr. nationale. 5 fr. (Ministère des travaux publics.) (3367)

Tavernier (H.). — Les Tramways aux États-Unis. Atlas. In-4°, 20 pl. Paris, V° Dunod et P. Vicq. (428)

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

Auric. — Note relative à la loi du 11 juin 1880 sur les chemins de fer d'intérêt local et les tramways. In-8°, 31 p. avec fig. Paris, Dunod et Vicq. (Extr. des *Annales des Ponts et Chaussées.*) (3214)

Bellom (M.). — Les Lois d'assurance ouvrière à l'étranger. II: Assurance contre les accidents (deuxième partie). In-8°, p. 681 à 1308. Paris, A. Rousseau. 12 fr. (2290)

—— La Question des retraites ouvrières dans les pays étrangers. In-8°, 85 pages. Paris, Pichon. (3855)

Billy (de). — Note sur la mine aux mineurs de Rive-de-Gier (Loire). In-8°, 55 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Extr. des *Annales des Mines.*) (4935)

Cavrois (A.). — Les Sociétés houillères du Nord et du Pas-de-Calais. Étude historique et juridique. In-8°, 405 pages. Paris, A. Rousseau. Lille, L. Quarré. Douai, Dutilleux. Arras, Société du Pas-de-Calais. 9 fr. (1873)

Duprat (A.) et A. Saillard. — Code annoté de la réglementation du travail dans l'industrie. In-8°, vii-317 pages. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie. 5 fr. (5737)

Guillot (P.). — Les Assurances ouvrières. Accidents, Maladie, Vieillesse, Chômage, Législation française, Législations étrangères, Projets de réforme. In-8°, ix-320 p. Paris, Chaix. 6 fr. (2123)

Huard (G.). — Étude sur les modifications apportées à la convention de Berne par la conférence réunie à Paris du 15 avril au

1er mai 1896. In-8°, 16 p. Paris, Pichon. (Extr. du *Bull. de la Soc. de législation comparée.*) (1919)

Loi sur la construction et l'exploitation des chemins de fer aux États-Unis du Vénézuéla. In-8°, 11 p. Paris, Vicq-Dunod et Cie. (Ext. des *Annales des Ponts et Chaussées.*) (3319)

Lois italiennes sur les mines (du 20 novembre 1859), sur les travaux publics (du 20 mars 1865), sur les eaux publiques (règlement du 8 septembre 1867, décret du 28 août, loi du 10 août). In-8°, 16 p. Paris, imp. Perret et Cie. (1750)

Péronnet (C.). — La Conciliation et l'Arbitrage en matières de conflits collectifs entre patrons et ouvriers ou employés (thèse). In-8°, 346 p. Paris, Larose. (2196)

Réglementation du travail dans l'industrie. Législation française. In-8°, 55 p. Paris, Imp. nationale. (Ministère du commerce.) (5120)

Virgilii (F.). — La Législation ouvrière en Italie. In-8°, 15 p. Paris, Giard et Brière. (Extr. du *Devoir social.*) (4064)

9° *Objets divers.*

Chauffage à vapeur à basse pression par vaporigène, système Charles Bourdon. (Bail, Pozzi et Cie, constructeurs concessionnaires.) In-8°, 23 p. Paris, Baudry et Cie. (Extr. du *Portefeuille économique des machines.*) (5218)

Lancelin (L.). — Cours de mathématiques pures et appliquées, à l'usage des conducteurs des ponts et chaussées, agents voyers, chefs de section, conducteurs de travaux, etc. Arithmétique; Géométrie plane ; Géométrie dans l'espace ; Algèbre; Analyse et Géométrie analytique; Mécanique. In-16, II-733 pages. Paris, Baudry et Cie. (5557)

Laplaiche (A.). — Manuel du candidat à l'emploi de contrôleur comptable du service du contrôle des chemins de fer. Ouvrage rédigé conformément aux programmes officiels, avec 97 figures dont 2 hors texte. In-16, XVIII-684 pages. Paris et Nancy, Berger-Levrault et Cie. (3965)

Picard (P.). — Traité pratique du chauffage et de la ventilation (principes, appareils, installations. etc.). In-8°, XII-584 pages avec 505 fig. Paris, Baudry et Cie. (2198)

OUVRAGES ANGLAIS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

Briggs (W.) and G.-H. Bryan. — Advanced Mechanics. Vol. 2 : Statics. In-8°, viii-288 p. W.-B. Clive. 4f,40.

Cayley (A.). — Collected mathematical Papers. Vol. X et XI. In-4°. Cambridge University Press. Chaque volume 31f,25.

Parker (J.). — Supplementary Volume to Thermo-Dynamics Treated with Elementary Mechanics. In-8°. Low. 7f,50.

Smith (R.-H.). — The Calculus for Engineers and Physicists : Integration and Differentiation, with Applications to Technical Problems. With Classified Reference Tables of Integrals and Methods of Integration. With Diagrams. In-8°, 188 p. C. Griffin. 10f,65.

2° *Physique et Chimie.*

Bell (L.). — Electric Power Transmission; A Practical Treatise for Practical Men. Illust. In-8°, 491 p. Whittaker and Co. 13f,15.

Bergey (D.-H.). — Methods for the Determination of Organic Matter in Air. With Engravings. In-8°, 28 p. W. Wesley. 1f,90.

Briggs (W.). — Synopsis of Non-Metallic Chemistry. Revised by *W.-H. Hurtley*. Interleaved. 2nd ed. In-8°, iv-94 p. Clive. 1f,90.

Cheever (B.-W.). — Select Methods in Inorganic Quantitative Analysis. 3rd ed., Revised and Enlarged. In-8°, 168 p. Simpkin. 7f,50.

Clarke (F.-W.). — The Contents of Nature. Part 5. A Recalculation of the Atomic Weights. New ed. In-8°, 370 p. W. Wesley and Son. 15 fr.

Duclaux (E.). — Atmospheric Actinometry and the Actinic Constitution of the Atmosphere. In-4°, 50 p. W. Wesley and Son. 7f,50.

Gray (T.). — Smithsonian Physical Tables. In-8°, xiv-301 p. W. Wesley and Son. 15 fr.

Hopkinson (J.) and E. Wilson. — On the Capacity and Residual Charge of Dielectrics, as Effected by Temperature and Time. (Extr. des *Philos. Transactions.*) In-8°, p. 109-136. Dulau. 1f,90.

Lodge (O.). — Experiments on the Absence of Mechanical Connection between Ether and Matter. (Extr. des *Phil. Transactions.*) In-8°, p. 149-166. Dulau. 1f,25.

Perkin (W.-H., Jun.) and B. Lean. — An Introduction to the Study of Chemistry. In-8°, 360 p. Macmillan. 3f,15.

Rayleigh (Lord) and W. Ramsay. — Argon : A New Constituent of the Atmosphere. With Engravings. In-4°, 43 p. W. Wesley. 7f,50.

Remsen (I.). — The Principles of Theoretical Chemistry. With special Reference to the Constitution of Chemical Compounds. 5th ed., thoroughly Revised. In-8°, 326 p. Baillière, Tindall and Cox. 9f,40.

Singer (I.) and L.-H. Berens. — Some Unrecognized Laws of Nature : An Enquiry into the Causes of Physical Phenomena, with special Reference to Gravitation. With Illusts. In-8°, 500 p. J. Murray 22f,50.

Stewart (R.-W.). — A Text-Book of Magnetism and Electricity. With 160 illusts. and numerous Examples. Vol. 4. In-8°. Clive. 5f,65.

Webster (A.). — The Theory of Electricity and Magnetism : Being Lectures on Mathematical Physics. In-8°, 588 p. Macmillan. 17f.50.

Wright (L.). — The Induction Coil in Practical Work, Including Röntgen Rays. In-8°, 180 p. Macmillan. 5f,65.

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

Geikie (Sir A.). — The Ancient Volcanoes of Great Britain. With 7 Maps and numerous Illusts. 2 vols. In-8°. Macmillan. 44 fr.

Harrison (W.-J.). — A Text-Book of Geology : Intended as an Introduction to the Study of the Rocks and their Contents. In-8°, 352 p. Blackie. 4f,40.

Lewis (H.-C.). — Papers and Notes on the Genesis and Matrix of the Diamond. Edit. by *T.-G. Bonney*. In-8°. Longmans. 9f,40.

Munro (R.). — Prehistoric Problems: Being a Selection of Essays on the Evolution of Man and other Controverted Problems in Anthropology and Archæology. In-8°, 392 p. W. Blackwood. 12f,50.

Memoirs of the Geological Survey. England and Wales. The Geology of the Country between Appleby, Ullswater and Haweswater. (Explanation of Quarter-sheet 102 S. W., New Series, Sheet 30.) By *J.-R. Dakyns*, *R.-H. Tiddeman*, and *J.-G. Goodchild*. With Petrological Notes by the late *J. Clifton Ward* and *W.-W. Watts*. 1f,90.

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

Bale (M.-P.). — Pumps and Pumping. A Handbook for Pump Users : Being Notes on Selection, Construction and Management. 3rd ed., Revised. In-8°, 128 p. Crosby Lockwood and Son. 3f,15.

Blaine (R.-G.). — Hydraulic Machinery. With an Introduction to Hydraulics. In-8°. 392 p. Spons. 17f,50.

Tayler (A.-J.-W.). — Motor Cars; or, Power-Carriages for Common Roads. With numerous Illusts. In-8°, 212 p. Crosby Lockwood and Son. 5f,65.

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

Allsop (F.-C.). — Telephones : Their Construction and Fitting. A Practical Treatise on the Fitting-up and Maintenance of Telephones and the Auxiliary Apparatus. 210 Illusts. 4th ed. In-8°, 272 p. Spons. 6f,25.

Andrews (T.). — Microscopic Internal Flaws Inducing Fracture in Steel. In-8°. Spons. 1f,25.

Beringer (C. and J.-J.). — A Text-Book of Assaying for the Use of Those Connected with Mines. Revised by *J.-J. Beringer*. With numerous Diagrams and Tables. 4th ed. In-8°, 420 p. C. Griffin. 13f,15.

Gibbings (A.-H.). — Dynamo Attendants and their Dynamos : A Practical Book for Practical Men. Reprinted from *Electricity*. 3rd ed. In-8°, 64 p. Rentell. 1f,25.

Hasluck (P.-N.). — Dynamos and Electric Motors : How to Make and Run them. With numerous Engravings and Diagrams. In-8°, 159 p. Cassell. 1f,25.

Huntington (A.-K.) and W.-G. McMillan. — Metals : Their properties and Treatment. In-12, 570 p. Longmans. 9f,40.

Manual of Electrical Undertakings 1896. Compiled Under the Direction of *Emile Garcke*. Ist Year. In-8°, 496 p. P.-S. King and Co. 6f,25.

Maycock (W.-P.). — The Alternating Current Circuit : an Introductory and Non-Mathematical Book for Engineers and Students. With 51 Illusts., Index and Ruled Pages for Notes. In-8°, VIII-102 p. Whittaker and Co. 3f,15.

Munro (J.) and A. Jamieson. — A Pocket-Book of Electrical Rules and Tables for the Use of Electricians and Engineers. 12th ed., Revised and Enlarged. In-32, 708 p. C. Griffin. 10f,65.

Preece (W.-H.) and J. Sivewright. — Telegraphy. 12th ed. In-12, 430 p. Longmans. 7f,50.

Raphael (F.-C.). — The Localisation of Faults in Electric Light-Mains : A Handbook for Central Station Engineers. In-8°, 192 p. Electrician Co. 6f,25.

Redwood (I.). — A Practical Treatise on Mineral Oils and their By-products. Including a Short History of the Scotch Shale Oil Industry, the Geological and Geographical Distribution of Seotch Shales, Recovery of the Acids and Soda Used in Oil Refining, and a List of Patents Relating to Apparatus and Processes for Obtaining and Refining Mineral Oils. In-8°, 350 p. Spons. 18f,75.

Thompson (S.-P.). — Latest Dynamo-Electric Machines. A Supplement to the Sixth Ed. of « Dynamo-Electric Machinery ». With Sectional Paper for Notes, etc. In-8°, 50 p. Spons. 5f,65.

6° *Exploitation des mines. — Gites minéraux.*

Anderson (J.-W.). — The Prospector's Handbook : A Guide for the Prospector and Traveller in Search of Metal-Bearing and other Valuable Minerals. 7th ed., thoroughly Revised and much Enlarged. In-12, 188 p. Crosby Lockwood and Son. 4f,40.

Foster (C. Le Neve). — A. Text-Book of Ore and Stone Mining. 2nd ed. With Frontispiece and 716 Illusts. In-8°, 774 p. C. Griffin. 42f,50.

O'Donahue (T.-A.). — Colliery Surveying : A Primer Designed for the Use of Students and Colliery Manager Aspirants. In-12°, 176 p. Macmillan. 3f,15.

Parliamentary. — Mines. Summaries of Statistics for 1896. 0f,65.

—— —— Inspectors' Reports for 1896. No. 7. Liverpool District. 0f,75.

—— —— Ditto. No. 10. North Staffordshire District. 0f,85.

7° *Construction. — Chemins de fer.*

Haldane (J.-W.-C.). — Railway Engineering : Mechanical and Electrical. With many Plates and other Illusts. In-8°, 582 p. Spons. 18f,75.

LANGDON (W.-E.). — The Application of Electricity to Railway Working. In-8°, 348 p. Spons. 13f,15.

Parliamentary. — Railway Accidents. Returns and Inspectors' Reports for 1896. 3f,15.

SCHOLEY (H.). — Electric Tramways and Railways. Illust. In-8°, 62 p. H. Alabaster, Gatehouse and Co. 2f,50.

SERRAILLIER (L.).— Railway Technical Vocabulary. French, English and American Terms. With 22 Tables. In-8°, xx-222 p. Whittaker and Co. 9f,40.

8° *Objets divers.*

KEMPE (H.-R.). — The Engineer's Year-Book of Formulæ, Rules, Tables, Data and Memoranda in Civil, Mechanical, Electrical, Marine and Mine Engineering. With about 850 Illusts. specially Engraved for the Work. 47th Year of Publication. In-8°, 676 p. Crosby Lockwood and Son. 10 fr.

MERRILL (G.-P.). — Stones for Building and Decoration. In-8°, Chapman and Hall. 26f,25.

—— A Treatise on Rocks, Rock-Weathering and Soils. In-8°, 432 p. Macmillan. 21f,25.

PERRY (J.). — The Calculus for Engineers. In-8°, 386 p. E. Arnold. 9f,40.

OUVRAGES AMÉRICAINS.

CAMPBELL (H.-H). — The Manufacture and Properties of structural Steel. New-York. In-8°, 397 p., av. fig. 25 fr.

Seventeenth Annual Report of the United States Geological Survey to the Secretary of the Interior, 1895-96. Charles D. Walcott, Director. In 3 Parts. Part 3, Mineral Resources of the United States, 1895, Metallic Products and Coal. Part 3 (Continued), Metallic Resources of the United States, 1895, Nonmetallic Products, except Coal. Maps. Illust. In-4°. Washington, Government Printing Office.

THOMPSON (S.-P.). — Polyphase Electric Currents and alternate current Motors. New-York. In-8°. 17f,25.

OUVRAGES ALLEMANDS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

HAACKE (W.). — Grundriss der Endwickelungsmechanik. Leipzig, A. Georgi. In-8°, XII-398 p. avec 143 fig. 15 fr. (1676)

JUNKER (F.). — Die symmetrischen Functionen der gemeinschaftlichen Variablenpaare ternärer Formen. Tafeln der ternären symmetrischen Functionen vom Gewicht 1 bis 6. (Extr. des *Denkschr. d. k Akad. d. Wissenschaften.*) Vienne, C. Gerold's Sohn. In-4°, 104 p. 7f,25. (1290)

SCHLESINGER (L.). — Handbuch der Theorie der linearen Differentialgleichungen. II. Bd. 1 Thl. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, XVIII-532 p. av. fig. 22f,50. (526)

SCHWARZSCHILD (K.). — Die Poincarésche Theorie des Gleichgewichts eines homogenen rotierenden Flüssigkeitsmasse (Extr. des *Annalen d. Münchewer Sternwarte*). Munich, G. Franz. In-4°, 69 p. 6f,25. (947)

2° *Physique et Chimie.*

BERSCH (W.). — Handbuch der Mass-Analyse. Umfassend das gesammte Gebiet der Titrirmethoden. Vienne, A. Hartleben. In-8°, XVI-536 p., av. 69 fig. 9 fr. (692)

BRAUN (C.). — Die Gravitations-Constante, die Masse und mittlere Dichte der Erde nach einer neuen experimentellen Bestimmung. (Extr. des *Denkschr. d. k. Akad. d. Wissenschaften.*) Vienne, C. Gerold's Sohn. In-4°, 74 et 3 p. avec 8 fig. et 3 planches. 7 fr. (1669)

BUCHERER (A.-H.). — Grundzüge einer thermodynamischen Theorie elektrochemischer Kräfte. Freiberg, Graz und Gerlach. In-8°, VI-144 p. 5 fr. (915)

BUCHNER (G.). — Lehrbuch der Chemie mit besonderer Berücksichtigung des für das Leben Wissenswerten für Gebildete aller Stände, hauptsächlich aber für Schulen, Lehrer, Gewerbetreibende, Industrielle, Techniker, Kaufleute, Drogisten u. s. w. I. Tl.: Chemie der Nichtmetalle (Metalloïde) und Metalle (anorganische Chemie). Ratisbonne, Nationale Verlagsanstalt. In-8°, VII-509 p. av. fig. 6f,90. (1276)

Bülow (C.). — Chemische Technologie der Azofarbstoffe mit besonderer Berücksichtigung der deutschen Patentlitteratur. I. Thl. Natürliche Systematik der Azofarbstoffe. Leipzig, O. Wigand. In-8°, 123 p. 5 fr. (1277)

Cohn (G.). — Tabellarische Übersicht der Pyrazolderivate. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°, viii-443 p. 15 fr. (496)

Handwörterbuch der Chemie, herausgegeben von *A. Ladenburg*. 79, 80 und 81. Lfg. Brunswick, Vieweg. In-8°. Chaque livraison 3 fr. (123-1287)

v. Helmholtz (H.). — Vorlesungen über theoretische Physik. Herausgegeben von *A. König*, *O. Krigar-Menzel*, *C. Runge*. V. Bd. Vorlesungen über die elektromagnetische Theorie des Lichts. Herausgegeben von *A. König* u. *C. Runge*. Hambourg, L. Voss. In-8°, xii-370 p. av. 54 fig. 17f,50. (925)

Keller (H.). — Ueber den Urstoff und seine Energie. I. Tl. Eine physikalisch-chemische Untersuchung über die theoretische Bedentung der Gesetze von Dulong-Petit und Kopp auf der Grundlage einer kinetischen Theorie des festen Aggregatzustandes. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, 58 p. 2f,50. (910)

Kerntler (F.). — Die elektrodynamischen Grundgesetze und das eigentliche Elementargesetz. Budapest, Selbstverl. In-8°, vii-68 p. 2f,50. (127)

Medicus (L.). — Kurzes Lehrbuch der chemischen Technologie zum Gebrauche bei Vorlesungen auf Hochschulen und zum Selbststudium für Chemiker. 4. Lfg. Tübingen, H. Laupp. In-8°, xiii p. et p. 689-1170, av. 192 fig. dans le texte. 12f,50. (937)

Monographien aus der Geschichte der Chemie. Herausgegeben von *G.-W.-A. Kahlbaum*. 1. Heft. Leipzig, J.-A. Barth. In-8°, xi-211 p. 5 fr. (938)

Oettel (F.). — Elektrochemische Uebungsaufgaben. Für das Praktikum sowie zum Selbstunterricht zusammengestellt. Halle, W. Knapp. In-8°, viii-53 p. avec 20 fig. 3f,75. (939)

Oppenheimer (C.). — Grundriss der Chemie. I. Tl.: Anorganische Chemie. Berlin, Boas und Hesse. In-8°, viii-156 p. 4 fr. (518)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

Andersson (G.). — Die Geschichte der Vegetation Schwedens (Extr. des *Engler's botanischen Jahrbücher*). Leipzig, W. Engelmann. In-8°, p. 433-550, avec 13 fig. et 2 pl. 5 fr. (488)

Hertwig (O.). — Zeit- und Streitfragen der Biologie. 2. Heft.

Mechanik und Biologie. Mit einem Anhang : Kritische Bemerkungen zu den entwicklungsmechanischen Naturgesetzen von Roux. Iéna, G. Fischer. In-8°, IV-121 p. 5 fr.

MARTINI und CHEMNITZ. — Systematisches Conchilien-Cabinet. 423-426. Lfg. Nüremberg, Bauer und Raspe. In-4°. Chaque livraison 11f,25.

—— Systematisches Conchilien-Cabinet. Sect. 140 u. 141. Nüremberg, Bauer und Raspe. In-4°. Chaque section 33f,75.

POTONIÉ (H.). — Lehrbuch der Pflanzenpalaeontologie mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse des Geologen. 1. Lfg. Berlin, F. Dümmler. In-8°, VII p. et p. 1-112, avec fig. (Paraîtra en 4 livraisons). 2f,50.

WOLFF (W.). — Die Fauna der südbayerischen Oligocaenmolasse. (Extr. des *Palaeontographica*). Stuttgart, E. Schweizerbart. In-4°. 89 p., av. 9 pl. 30 fr.

4° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

FISCHER (F.). — Die chemische Technologie der Brennstoffe. I. Chemischer Theil. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°. x-647 p. av. fig. 22f,50.

Handbuch der chemischen Technologie. Herausgegeben von *P.-A. Bolley* und *K. Birnbaum*, fortgesetzt von *C. Engler*. I. Bd. 2. Gruppe. 3. Thl. (57. Lfg.). Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°. VIII-239 p. av. 59 fig. 13f,75.

HOLZT (A.). — Die Schule des Elektrotechnikers. Lehrhefte für die angewandte Elektricitätslehre. Herausgegeben im Verein mit *H. Vieweger* und *H. Stapelfeldt*. 18. u. 19. Heft. Leipzig, M. Schäfer. In-8°. Chaque fascicule 0f,95.

Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge. Herausgegeben von *F.-B. Ahrens*. II. Bd. 2. Heft. Der künstliche Aufbau der Alkaloide von *M. Scholtz*. Stuttgart, F. Enke. In-8°. p. 35-70. 1f,25.

5° *Construction. — Chemins de fer.*

HÄSELER (E.). — Der Brückenbau. Ein Handbuch zum Gebrauche beim Entwerfen von Brücken in Eisen, Holz und Stein, sowie beim Unterrichte an technischen Hochschulen. I. Tl. Die eisernen Brücken. 3. Lfg. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-4°. p. 241-392, av. fig. et 12 pl. 18f,75.

PCIC (G.). — Die Felsensprengungen unter Wasser in der Donaustrecke « Stenka-Eisernes Thor », mit einer Schlussbetrachtung über die Felsensprengungen im Rhein zwischen Bingen und St. Goar. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°, 63 p. av. 16 fig. et 6 pl. 3f,75. (1928)

6° *Objets divers.*

CK (L.). — Die Geschichte des Eisens in technischer und kulturgeschichtlicher Beziehung. III. Abtlg. Das 18. Jahrhundert. 3. u. 4. Lfg. Brunswick, F. Vieweg und Sohn. In-8°. Chaque livraison 6f,25. (363)

ISLEY (C.). — Die gesundheitlichen Einrichtungen der modernen Dampfschiffe. (Extr. de la *Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure*). Berlin, J. Springer. In-4°, v-33 p. av. 111 fig. 3f,75. (1906)

andbuch der Ingenieurwissenschaften in 5 Bänden. V. Bd. Der Eisenbahnbau. Ausgenommen Vorarbeiten, Unterbau und Tunnelbau. I. Abtlg. : Einleitung und Allgemeines. Bahn und Fahrzeug. Bearbeitet von *A. Birk*, *F. Kreuter*, herausgegeben von *F. Löwe* und *H. Zimmermann*. Leipzig, W. Engelmann. In-8°, VIII-203 p. av. 125 fig. dans le texte. 7f,50. (1153)

ILLEBRAND (C.). — Ueber den Einflus der Elasticität auf die Schwankungen der Polhöhe. Vienne, C. Gerold's Sohn. In-4°, 28 p. 2 fr. (124)

OLZMÜLLER (G.). — Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung. I. Tl. Leipzig, B.-G. Teubner. In-8°, XI-340 p. avec 287 fig. 6f,25. (1678)

OUVRAGES SUISSES.

AHLBAUM (G.-W.-A.). — Studien über Dampfspannkraftmessungen. In Gemeinschaft mit *C. G. v. Wirkner* und anderen Mitarbeitern. II. Abtlg. 1. Hälfte. Bâle, B. Schwabe. In-8°, XII-221 p. av. 1 pl., 3 fig. dans le texte et 4 planches de courbes. 10 fr.

OUVRAGES HOLLANDAIS.

VERBEEK (R.-D.-M.) en R. FENNEMA. — Geologische beschrijving van Java en Madoera. 2 dln. Amsterdam. In-fol., 46 p. et p. 1-502, 12, 8 p. et p. 503-1135, av. 12 pl. phototyp. 156f,25.

OUVRAGES DANOIS.

PETERSEN (J.). — Théorie des équations algébriques. Copenhague. In-8°, 366 p. 13f,50.

ZEUTHEN (H.-G.). — Geschichte der Mathematik im Alterthum und Mittelalter. Copenhague. In-8°, 354 p. 10f,30.

OUVRAGES RUSSES.

MICKWITZ (A.). — Ueber die Brachiopodengattung *Obolus* Eichwald. (Extr. des *Mémoires de l'Acad. imp. des sciences de Saint-Pétersbourg*.) Saint-Pétersbourg. In-4°, IV-215 p. av. 7 fig. et 3 pl. 13f,75.

MÜLLER (P.-A.). — Ueber die Temperatur und Verdunstung der Schneeoberfläche und die Feuchtigkeit in ihrer Nähe. (Extr. du même recueil.) Saint-Pétersbourg. In-4°, 38 p. 2f,50.

OUVRAGES ROUMAINS.

FLORU DIANU. — Salinele Române. Studiu tecnic si economic. Edit. II. Bucarest, tip. F. Göbl Fii. In-8°, 104 p., 9 pl.

OUVRAGES ESPAGNOLS.

VIDAL Y CARETA (F.). — Curso de paleontologia estratigráfica. Tomo I. Madrid. In-fol., 164 p. 37f,50.

OUVRAGES ITALIENS.

1° *Mathématiques et Mécanique pures.*

ARZELÀ (C.). — Sul principio di Dirichlet : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-16, 16 p. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni d. r. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna*). (2752)

GREMIGNI (M.). — Ancora sull'equivalenza dei poligoni piani e sferici : nota. Florence, R. Bemporad e figlio. In-8°, 29 p. avec fig. (4180)

MALAGOLI (R.). — Di una costruzione grafica delle superficie equipotenziali per il caso di due masse. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 12 p. (Extr. de la *Rivista scientifica ed industriale.*) (2763)

PASCAL (E.). — Calcolo delle variazioni e calcolo delle differenze finite. Parte III del Calcolo infinitesimale. Milan, U. Hoepli. In-16°, XII-330 p. (2766)

PINCHERLE (S.). — Cenno sulla geometria dello spazio funzionale : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 13 p. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni d. r. accad. d scienze dell' istit. di Bologna*). (2768)

RUFFINI (F.-P). — Ricerca di coniche che incontrano ad angoli retti le coniche di una serie coniche : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 12 p. (Extr. du même recueil.) (1939)

SPOLTORE (N.). — La trisezione dell'angolo. Lanciano, tip. Rocco Carabba. In-8°, 8 p. avec planche. (2327)

2° *Physique et Chimie.*

Arnò (R.). — Metodi di misura delle grandezze elettriche. Turin, Unione tipografico-editrice. In-8°, 112 p. (1555)

Bongiovanni (G.). — Espressione del momento magnetico di un rocchetto elettrodinamico, sua verificazione sperimentale e applicazione ad un amperometro; Espressione dell'intensità del campo magnetico nell'interno di un rocchetto elettrodinamico, verificazioni sperimentali e amperometro ad oscillazioni. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 18 p. (Extr. de la *Rivista scientifica ed industriale.*) (1929)

Cannizzaro (S.). — Scritti intorno alla teoria molecolare ed atomica ed alla notazione chimica, pubblicati nel settantesimo anniversario della sua nascita. Palerme, tip. Lo Statuto. In-8°, 389 p. 10 fr. (1558)

Castellaneta (E.). — Azione degli acidi ossalico e malonico sopra il p. amidofenol e i suoi eteri. Florence, tip. Minori corrigendi. In-8°, 16 p. (Extr. de l'*Orosi.*) (1158)

Chistoni (C.). — Appunti di fisica, [dalle lezioni dettate nella r. università di Modena nell'anno 1895-96, raccolti da *M. Donati* e *L. Benedini*]. Modène, lit. G. Pizzolotti. In-8°, 352 p. av. fig. (1560)

Ciamician (G.) ed A. Piccinini. — Studî intorno alla costituzione delle basi che si formano dagli indoli per azione dei joduri alcoolici : sulla diidrotrimetilchinolina : memoria. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 20 p. (Extr. des *Mem. d. r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (1161)

Ciamician (G.) e G. Plancher. — Intorno all' azione dell' joduro di etile sull'α-metilindolo (metilchetolo): memoria. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 25 p., av. fig. (Extr. du même recueil.) (1933)

Ciamician (G.) e P. Silber. — Sulla composizione della curcumina: nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 9 p. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni d. r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (3664)

Colaciuri (V.). — Determinazione del coefficiente di auto-induzione nel caso di un rocchetto cilindrico finito. Pérouse, tip. Umbra. In-8°, 39 p. (4179)

Corbino (O.-M.). — Sulla variazione della costante dielettrica per la trazione del coibente: ricerche. Palerme, tip. fr. Vena. In-8°, 22 p. (1561)

Folgheraiter (G.). — I punti distinti delle roccie magnetiche e le fulminazioni : nota. Rome, tip. Ad. ved. Pateras. In-8°, 14 p. (2315)

Grattarola (G.). — Banco ottico per la prolezione dei fenomeni d' interferenza nelle sostanze cristallizzate. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 12 p. (Extr. de la *Rivista scientifica ed industriale.*) (1164)

Griggi (G.). — Di un nuovo metodo di valutazione titrimetrica del rame : nota. Milan, tip. del Riformatorio patronato. In-8°, 3 p. (Extr. du *Bollett. chimico-farmaceutico.*) (2760)

Magnanini (G.). — Appunti di chimica [dalle lezioni dettate nella r. università di Modena]. Disp. 1-17. Modène, lit. G. Pizzolotti. In-8°, p. 1-260, av. fig. (1563)

Majorana (Q.). — La scarica elettrica attraverso i gas e i raggi Röntgen, con una prefazione del prof. *Blaserna.* Rome, E. Loescher e C. In-8°, xi-180 p., av. 3 pl. (4181)

Ostrogovich (A.). — Sulla metilimidossitriazina : nota. Florence, tip. Minori corrigendi. In-8°, 8 p. (Extr. de l'*Orosi*). (1167)

Pellizzari (G.) e (C.) Massa. — Alcuni derivati del triazolo : nota riassuntiva. Gênes, tip. Ciminago. In-8°, 7 p. (Extr. des *Atti d. soc. ligustica di sc. naturali e geografiche.*) (2324)

Pettinelli (P.). — Un nuovo igrometro normale ; Sulle variazioni di conduttività elettrica dei fili metallici immersi in liquidi coibenti. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 6 p. (Extr. de la *Rivista scientifica ed industriale.*) (2767)

Piccini (A.). — Sugli allumi di sesquiossido di Vanadio. Florence, tip. Minori corrigendi. In-8°, 12 et 8 p. (Extr. de l'*Orosi*). (1565)

Righi (A.). — L'ottica delle oscillazioni elettriche : studio sperimentale sulla produzione dei fenomeni analoghi ai principali fenomeni ottici per mezzo delle onde elettromagnetiche. Bologne, Zanichelli. In-8°, vii-254 p. av. fig. 5 fr. (3669)

—— Sulle onde secondarie dei dielettrici : memoria. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 18 p. av. fig. (Extr. des *Mem. d. r. accad. d. scienze dell'istit. di Bologna.*) (3670)

Rovelli (C.). — Il fulmine : osservazioni, esperienze, considerazioni. Pavie, tip. fr. Fusi. In-8°, 90 p. (2769)

Vicentini (G.) e G. Pacher. — Di alcune esperienze colle correnti di Tesla : nota. Padoue, tip. G. B. Randi. In-8°, 6 p. (Extr. des *Atti e mem. d. r. accad. di sc., lettere ed arti in Padova.*) (1178)

Vignolo (G.) e A. Motta. — Sulla preparazione del dinitroguaiacolo. Gênes, tip. A. Ciminago. In-8°, 4 p. (Extr. des *Atti d. soc. ligustica di sc. naturali e geografiche.*) (2330)

Vitali (D.). — Della ricerca dell' ammoniaca libera e dei sali ammoniacali nel caso di veneficio : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 7 p. (Extr. des *Mem. d. r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (3672)

—— Sulla presenza del sodio nell' alluminio commerciale e su di un metodo semplicissimo di ricerca del medesimo : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 8 p. (Extr. du même recueil.) (3673)

3° *Minéralogie. — Géologie. — Paléontologie.*

Acbiardi (G. d'). — Note di mineralogia toscana. Pise, tip. Nistri e C. In-8°, 7 p. av. fig. (Extr. des *Proc. verb. della soc. toscana di scienze naturali.*) (4176)

Baratta (M.). — Il Vesuvio, sua descrizione e storia delle sue eruzioni dai tempi più remoti ai nostri giorni. Rome. In-8°, av. fig. et une carte. 4 fr.

Bellardi (L.). — I molluschi dei terreni terziari del Piemonte e della Liguria. Parte XXI (Naricidae, Modulidae, Phasianellidae, Turbinidae, Trochidae, Delphinulidae, Cyclosternatidae, Tornidae), a cura del dott. *F. Sacco*, Turin, C. Clausen. In-4°, 65 p. avec 4 pl. (1156)

Benassi (P.). — Piante ed insetti fossili di Re in Val Vigezzo. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 6 p. (Extr. de la *Rivista ital. di paleontologia.*) (364)

Fantappiè (L.). — La Damburite ed altri minerali in alcuni pezzi notevoli di rocce antiche, tra i blocchi erratici della regione cimina. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 8 p. (Extr. de la *Rivista di mineralogia e cristallografia.*) (1162)

Farneti (R.). — Ricerche di briologia paleontologica nelle torbe del sottosuolo pavese, appartenenti al periodo glaciale. Milan, tip. C. Rebeschini e C. In-8°, 12 p. (Extr. des *Atti del r. istit. botanico dell' università di Pavia.*) (368)

Fornasini (C.). — Di alcuni foraminiferi miocenici del Bolognese, illustrati in una tavola pubblicata dallo stesso Fornasini nell'anno 1889 : nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 11 p. (Extr. du *Rendiconto delle sessioni d. r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (1163)

—— Note micropaleontologiche, dette alla r. accademia delle scienze di Bologna nella sessione del 10 gennaio 1897. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 15 p. (1934)

Fornasini (C.). — Contributo alla conoscenza della microfauna terziaria italiana; di alcune forme plioceniche della *Vaginulina linearis:* nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-4°, 8 p. av. planche. (Extr. des *Mem. d. r. accad. d. scienze dell' istit. di Bologna.*) (2759)

Giovannozzi (G.). — Il periodo sismico fiorentino, 18 maggio 1895 — 20 giugno 1896. Florence, tip. L. Niccolai. In-8°, 8 p. (Extr. de la *Rivista scientifica ed industriale.*) (1562)

Legnazzi (E.-N.). — Un' escursione scientifica al traforo del S. Gottardo. Seconda edizione. Padoue, tip. Veneto. In-8°, 48 p. 1 fr. (1990)

Marinelli (O.). — Risultati sommari di uno studio geologico dei dintorni di Tarcento in Friuli. Udine, tip. G.-B. Doretti. In-8°, 13 p. (Extrait du journal *In Alto.*) (369)

Matteucci (R.-V.). — Come dovrebbe essere studiato il Vesuvio. Naples, tip. dell'Accad. r. d. scienze fisiche e matematiche. In-8°, 17 p. (3228)

Meli (R.). — Breve relazione delle escursioni geologiche eseguite all' isola del Giglio (Toscana) ed al nuovo lago di Leprignano (circondario di Roma), con gli allievi-ingegneri della r. scuola d'applicazione di Roma nell'anno scolastico 1895-96. Rome, tip. d. r. accad. dei Lincei. In-8°, 19 p. av. planche (Extr. de l'*Annuario d. r. scuola d'applicazione per gli ingegneri di Roma*). (1936)

—— Alcune note di geologia riguardanti la provincia di Roma: nota. Rome, tip. d. r. accad. dei Lincei. In-8°, 9 p. (Extr. du *Bollett. d. soc. geol. italiana.*) (2317)

—— Notizie sopra alcuni resti di mammiferi quaternari (ossa e denti isolati) rinvenuti nei dintorni di Roma: nota. Rome, tip. d. r. accad. dei Lincei. In-8°, 8 p. (Extr. du même recueil.) (2318)

—— Pirite e pirrotina riscontrati come minerali accessori nel granito tormalinifero dell' isola del Giglio: nota. Rome, tip. d. r. accad. dei Lincei. In-8°, 6 p. (Extr. du même recueil.) (2319)

Oddone (E.). — Cenno sulla costituzione geologica della sponda destra della Chiusella in Baldissero Canavese. Pavie, tip. succ. Bizzoni. In-8°, 7 p. (2764)

—— Cicli meteorici e cicli sismici. Pavia, tip. succ. Bizzoni. In-4°, 9 p. (2765)

Panebianco (R.). — Studio ottico cristallografico della cheratina, con nota sulle nozioni di ottica cristallografica indispensabili ai biologi per intendere ed osservare i fenomeni della doppia

rifrazione, con qualche applicazione ai cristalli e con aggiunta sulle nozioni indispensabili a sapersi di cristallografia morfologica. Padoue, tip. Cooperativa. In-8°, 67 p. av. fig. (1168)

Portis (A.). — Un Diplodonte nel pliocene astigiano. Parme, tip. M. Adorni. In-8°, 6 p. (3229)

Sordelli (F.). — Flora fossilis insubrica : studî sulla vegetazione di Lombardia. Milan, tip. L.-F. Cogliati. In-8°, 299 p. avec 44 pl. (372)

Tosi (A.). — Di un nuovo genere di Apiaria fossile nell'ambra di Sicilia (*Meliponorytes succini; M. sicula*): nota. Bologne, tip. Gamberini e Parmeggiani. In-8°, 5 p. av. fig. et planche. (Extr. de la *Rivista ital. di paleontologia.*) (1176)

4° *Mécanique appliquée et Machines.*

Bertoldo (G.). —Compendio di termodinamica applicata. Volume II. Turin, Unione tipografico-editrice. In-8°, 279 p. av. fig. 4 fr. (2838)

Garuffa (E.). — Meccanica industriale: macchine motrici ed operatrici a fluido. Volume II (ultimo). Seconda edizione completamente riformata e portata al corrente dei progressi teorici e pratici. Milan, U. Hoepli. In-8°, p. 705-1371, xxxvii, avec fig. 16 fr. (1229)

Gautero (G.). — Il macchinista e fuochista, con una appendice del prof. *Leonardo Loria* e col regolamento sulle caldaie a vapore. Settima edizione riveduta. Milan, U. Hoepli. In-16°, xx-171 p. (1230)

Perdoni (T.). — Idraulica. Milan, U. Hoepli. In-16°, xxviii-392 p. avec 3 pl. (2848)

5° *Applications industrielles de la physique et de la chimie. — Métallurgie.*

Ceppellini (L.). — L'applicazione del carburo di calcio all' illuminazione a gas acetilene. Florence, tip. Minori corrigendi. In-8°, 7 p. (Extr. de *l'Orosi.*) (1160)

Papasogli (G.). — Delle incrostazioni calcaree che le acque formano nei condotti di ghisa : nota. Florence, tip. Minori corrigendi. In-8°, 8 p. av. fig. (Extr. du même recueil). (1169)

6° *Exploitation des mines. — Gîtes minéraux.*

BONARIVA (A.). — Le perforazioni del suolo per la ricerca d'acque salienti e per esplorazioni minerarie. Terza edizione, con atlante di sei tavole, a cura della prima società italiana impresaria di perforazioni artesiane. Bologne, fr. Treves. In-4°, 74 p. av. 7 pl. (432)

CARDIN-FONTANA (G.). — La torba. Padoue, tip. Prosperini. In-8°, 29 p. (858)

Miniere carbonifere di Tatti e Montemassi : regolamento per gli operai. Grosseto, tip. F. Perozzo. In-16°, 16 p. (2421)

7° *Construction. — Chemins de fer.*

AMOROSO (L.). — La teoria del Castigliano e la meccanica applicata alle costruzioni nella verifica di stabilità dei ponti : progetto per la utilizzazione delle acque del Tevere. Naples, tip. gazzetta *Dritto e giurisprudenza*. In-4°, 39 p. av. planche. (828)

BORGNINO (G.-C.). — Modificazione ai raccordi metallici nei tubi flessibili del freno a vuoto (sistema Hardy) : memoria. Bologne, tip. Civelli. In-8°, 25 pl. av. 13 pl. (3741)

Costruttore (Il) : trattato pratico delle costruzioni civili, industriali e pubbliche, delle arti ed industrie attinenti, disposto alfabeticamente, ad uso dell' ingegnere civile ed industriale, dell' architetto, dell'agronomo, dei capimastri, imprenditori, industriali, ecc. Opera illustrata da oltre 4000 incisioni. Milan, F. Vallardi. Disp. 158-168. In-4°, av. fig., p. 659-1000 av. 18 pl. (436-3742)

Construzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie : norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti. Turin, Unione tipografico-editrice. In-4° av. fig. Disp. 124-128 : p. 217-248, av. 4 pl. ; 35 p. av. 12 pl. ; p. 1-32, av. 12 pl. 2 fr. la livraison. (437-2843-3274)

MARIOTTI (P.). — Sui biglietti ferroviarî a percorrenza chilometrica (Camera di commercio ed arti di Bologna). Bologne. In-8°, 10 p. (2906)

TURAZZA (G.). — Nuove formole e considerazioni sui calcoli relativi alla conduttura forzata delle acque : terza appendice al Corso di lezioni sulla conduttura forzata delle acque. Padoue, A. Draghi. In-8°, 67 p. (3276)

8° *Législation. — Économie politique et sociale.*

Fabris. (R). — Gli infortuni del lavoro: note. Milan, tip. P.-B. Bellini. In-8°, 43 p. (3615)

Legge riflettente le tramvie a trazione meccanica e ferrovie economiche, 27 dicembre 1896, n° 561, corredata delle altre disposizioni legislative dalla medesima richiamate. Naples, tip. E. Pietrocola. In-16°, 12 p. 0f,25. (4239)

Rissetti (G.). — Del fondamento dell'azione di danni dell'operaio contro il padrone negli infortuni sul lavoro. Città di Castello, tip. S. Lapi. In-8°, 24 p. (Extr. du *Foro italiano.*) (4060)

9° *Objets divers.*

Bertini (G.). — Note pratiche di idraulica agraria. Prato, tip. Giachetti. In-16°, 71 p. av. fig. (1246)

Boccardo (E.-C.) e V. Baggi. — Trattato elementare completo di geometria pratica. Disp. 44-48. Parte II (Topographia). Turin Unione tipografico-editrice. In-8°, p. 225-320, p. 441-504; av. 12 pl. 1f,60 la livraison. (365-1556-2312)

Chinali (A.). — Superfosfati e scorie. Milan, tip. Bonetti. In-8°, 15 p. (1631)

Colombo (G.). — Manuale dell'ingegnere civile e industriale. Quindicesima edizione. Milan, U. Hoepli. In-16°, xiv-396 p. av. fig. (435)

Crugnola (G.). — Dizionario tecnico di ingegneria e di architettura nelle lingue italiana, francese, inglese e tedesca, compresovi le scienze, arti e mestieri affini. Parte I, disp. 69-71. Turin, A. F. Negro. In-8°, p. 321-464. (438-4237)

Menozzi (A.). — L'industria ed il consumo dei concimi artificiali in Italia ed all'estero; istituzione di un arbitrato per le analisi: sunto di una conferenza tenuta alla società chimica. Milan, tip. degli Operai. In-8°, 12 p. (1256)

Sestini (F.). — Assaggio comparativo dei perfosfati di differente origine: nota preliminare. Florence, tip. Minori corrigendi. In-8°, 5 p. (Extr. de *l'Orosi.*) (1174)

Vailati (G.). — Sull'importanza delle ricerche relative alla storia delle scienze: prolusione a un corso sulla storia della meccanica, letta il giorno 4 dicembre 1896 nell' università di Torino. Turin, Roux Frassati e C. In-8°, 22 p. 0f,75. (1177)

TABLE DES MATIÈRES

DU TOME ONZIÈME.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

EXPLOITATION DES MINES. — GÎTES MINÉRAUX.

CHIMIE. — MÉTALLURGIE.

MÉCANIQUE. — MACHINES.

LÉGISLATION. — ÉCONOMIE SOCIALE.

OBJETS DIVERS.

BULLETIN.

Législation étrangère.

BIBLIOGRAPHIE.

Premier semestre de 1897.

ERRATUM

Page 540, ligne 5, *au lieu de :* $\rho = 1,75 \frac{\sqrt[3]{\alpha C}}{g}$

lire : $\rho = 1,75 \sqrt[3]{\frac{\alpha C}{g}}$

EXPLICATION DES PLANCHES

DU TOME ONZIÈME.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES, 6, RUE GAMBETTA.

LOIS, DÉCRETS ET ARRÊTÉS

CONCERNANT

LES MINES, CARRIÈRES, SOURCES D'EAUX MINÉRALES, CHEMINS DE FER EN EXPLOITATION, ETC.

Décret du Président de la République, du 16 avril 1897, autorisant le s[r] ESPINASSE, *administrateur-directeur des hauts-fourneaux, forges et aciéries du* SAUT-DU-TARN, *à établir un dépôt de dynamite de 1*[re] *catégorie sur le territoire de la commune d'*AMBIALET (Tarn) (*contenance maximum : 150 kilogrammes*) (*).

Arrêté ministériel, du 29 avril 1897, portant organisation du contrôle des voies ferrées des quais des ports maritimes et fluviaux.

Le ministre des travaux publics,

Vu le décret du 30 mai 1895 (**) portant organisation du contrôle des chemins de fer et spécialement son article 10 ainsi conçu :

« Le contrôle de l'établissement et de l'exploitation des voies « ferrées établies sur les quais des ports maritimes et des voies « navigables est confié, sous l'autorité du directeur du contrôle, « au service chargé de ces ports ou voies navigables » ;

Vu l'avis du comité de l'exploitation technique des chemins de fer ;

Sur la proposition du directeur du personnel et de la comptabilité,

Arrête :

Art. 1[er]. — Les voies ferrées des quais des ports maritimes ou des voies navigables sur lesquelles s'exerce le contrôle prévu par l'article 10 du décret du 30 mai 1895 sont uniquement celles qui servent d'une manière effective au transbordement des marchan-

(*) Voir *suprà*, p. 81, le décret du 23 mars 1897 (dépôt de dynamite à Saint-Jean-de-Bonnefonds, Loire).

(**) Volume de 1895, p. 293.

dises et qui sont établies sur des ports affectés à l'usage du public.

Art. 2. — Ce contrôle s'exerce sur les voies ainsi définies ainsi que sur les voies de raccordement jusqu'au point où elles entrent dans les dépendances du chemin de fer d'intérêt général auquel elles aboutissent.

Toutefois, lorsqu'aux voies ferrées dont il s'agit est accolée une gare ouverte aux opérations que la compagnie du chemin de fer fait en vertu de son cahier des charges, le contrôle des opérations de cette gare et le contrôle de l'embranchement reliant à la fois le port et la gare à la ligne du chemin de fer appartiennent au service du contrôle du réseau de ce chemin de fer.

Art. 3. — La direction du service du contrôle des voies ferrées des quais des ports maritimes ou fluviaux est confiée, sous l'autorité du directeur du contrôle du réseau d'intérêt général correspondant, à l'ingénieur en chef dans le service duquel chacun de ces ports se trouve placé.

Art. 4. — Chaque service de contrôle est divisé en deux branches :

1° Contrôle technique ;

2° Contrôle commercial.

Art. 5. — Le service du contrôle technique comprend : le contrôle de la voie, le contrôle de l'exploitation technique et la police. Il est confié à l'ingénieur ordinaire chargé du port, qui a sous ses ordres le ou les conducteurs et agents affectés au service de ce port et désignés à cet effet par le ministre.

Art. 6. — Le service du contrôle commercial comprend : le contrôle commercial proprement dit et la surveillance commerciale. Il est confié à l'inspecteur principal ou particulier de l'exploitation commerciale, ayant sous ses ordres le ou les commissaires de surveillance administrative, dans la circonscription desquels se trouve le port.

Art. 7. — Sont rapportés les arrêtés particuliers qui ont organisé le contrôle des voies ferrées des quais sur chacun des ports maritimes de commerce ou fluviaux.

Art. 8. — Les dispositions qui précèdent ne sont pas applicables au contrôle des voies ferrées des quais des ports placés dans le ressort de la Préfecture de police.

Paris, le 29 avril 1897.

TURREL.

Le Directeur du personnel et de la comptabilité,

RABEL.

TUNISIE.

Décret beylical, du 13 avril 1897 (11 qaâda 1314), portant approbation de la concession de la mine de plomb, zinc et métaux connexes du DJEBEL-BOU-JABER.

Louanges à Dieu !

NOUS, ALI-PACHA-BEY, possesseur du Royaume de TUNIS,

Vu la convention passée, le 1er avril 1897, entre notre Directeur général des travaux publics et M. Charpin, portant concession à ce dernier de la mine de plomb, zinc et autres métaux connexes, située au lieu dit Djebel-bou-Jaber, caïdat des Oulad-bou-Ghanem; — ensemble le cahier des charges et le plan ci-annexés,

Avons pris le décret suivant :

Art. 1er. — Est approuvée la convention passée, le 1er avril 1897, entre notre Directeur général des travaux publics et M. Charpin, portant concession à ce dernier de la mine de plomb, zinc et autres métaux connexes, située au lieu dit Djebel-bou-Jaber, caïdat des Oulad-bou-Ghanem.

Art. 2. — Notre Directeur général des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Vu pour promulgation et mise à exécution :

Tunis, le 13 avril 1897.

Le Ministre plénipotentiaire,
délégué à la résidence générale de la République française,
RÉVOIL.

CONVENTION DE CONCESSION

de la mine de plomb, zinc et métaux connexes du DJEBEL-BOU-JABER.

Entre :

M. Pavillier, ingénieur en chef des ponts et chaussées, directeur général des travaux publics de la Régence, agissant au nom

du Gouvernement tunisien, en vertu des pouvoirs à lui conférés par le décret du 21 chaoual 1299 et sous la réserve de l'approbation des présentes par S. A. le Bey,

D'une part ;

Et M. A. Charpin, domicilié, 16, rue d'Autriche, à Tunis,

D'autre part;

Il a été convenu et stipulé ce qui suit :

Art. 1er. — Il est fait concession en toute propriété à M. A. Charpin, qui accepte, des gisements de plomb, zinc et autres métaux connexes situés au lieu dit : Djebel-bou-Jaber, caïdat des Oulads-bou-Ghanem, contrôle du Kef, compris dans les limites désignées par l'article ci-après.

Art. 2. — Cette concession, qui prendra le nom de *Mine du Djebel-bou-Jaber*, est délimitée, conformément au plan annexé à la présente convention de concession, ainsi qu'il suit :

1° Au *sud*, par une ligne AB dirigée de l'ouest à l'est et partant de la source de Bir-Knafis, point A, pour aboutir au point B, à 1.520 mètres à l'est de cette source ;

2° A l'*est*, par une ligne BC, dirigée du sud au nord et partant du point B ci-dessus défini pour aboutir au point C à 2.200 mètres du point B;

3° Au *nord*, par une ligne CD, dirigée de l'est à l'ouest à partir du point C ci-dessus défini jusqu'à la rencontre de la frontière entre l'Algérie et la Tunisie ;

4° A l'*ouest* et au *sud-ouest*, par la ligne brisée DEA, qui constitue la frontière algérienne entre les points D et A ci-dessus définis.

Lesdites limites renferment une étendue superficielle de six cent trente hectares, quatre-vingt-seize ares (630hect,96).

Art. 3. — Il n'est rien préjugé au sujet des gîtes de tout minerai étranger aux mines de plomb, zinc et autres métaux connexes, qui pourraient exister dans l'étendue de la concession.

La concession de ces gîtes de minerai pourra être ultérieurement accordée, s'il y a lieu, dans les formes ordinaires, soit au concessionnaire, soit à une autre personne.

Art. 4. — Les droits des propriétaires de la surface sur les mines concédées sont réglés à une redevance annuelle de dix centièmes de franc par hectare.

Art. 5. — Le concessionnaire se conformera, pour ce qui concerne l'exploitation des mines, aux dispositions du cahier des charges annexé à la présente convention et qui est considéré comme en faisant partie intégrante.

Art. 6. — Le concessionnaire est soumis de plein droit à la juridiction des tribunaux locaux.

Il est soumis à toutes les lois et règlements actuellement en vigueur dans la Régence et à toutes celles ou à tous ceux qui pourraient être édictés dans l'avenir.

Art. 7. — Le concessionnaire devra faire élection de domicile à Tunis et y avoir un représentant accrédité près de l'administration.

Ce représentant aura qualité pour recevoir toute signification d'huissier et toute citation en justice.

Dans le cas où le concessionnaire n'aurait pas fait élection de domicile et indiqué son représentant, toute notification ou citation à lui adressée sera valable lorsqu'elle sera faite au secrétariat général du Gouvernement tunisien.

Art. 8. — Le concessionnaire ne pourra, sans l'assentiment du Gouvernement, céder, en tout ou en partie, les droits et charges qui résultent pour lui de la présente convention de concession et du cahier des charges y annexé.

Art. 9. — En cas de transmission de la propriété de la concession à une autre personne ou à une société, le ou les nouveaux concessionnaires seront tenus de se conformer exactement aux conditions prescrites par la présente convention et par le cahier des charges y annexé.

Art. 10. — Dans le cas où la concession serait transmise à une société, celle-ci sera tenue de désigner, par une déclaration authentique faite au secrétariat général du Gouvernement, celui de ses membres ou toute personne à qui elle aura donné les pouvoirs nécessaires pour correspondre en son nom avec l'autorité administrative et, en général, pour la représenter vis-à-vis l'administration, tant en demandant qu'en défendant.

Elle devra, en outre, justifier qu'il a été pourvu par une convention spéciale à ce que les travaux d'exploitation soient soumis à une direction unique et coordonnés dans un intérêt commun.

Art. 11. — Dans le cas où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, il sera assigné au concessionnaire un délai de rigueur qui ne pourra excéder six mois.

Faute par le concessionnaire de justifier, dans ce délai, de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte au Gouvernement de la Régence qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de la concession et fera procéder à une adjudication publique de la mine.

Nul ne sera admis à concourir à cette adjudication s'il ne justifie pas des facultés suffisantes pour satisfaire aux conditions imposées par le cahier des charges, et s'il n'est agréé par l'administration.

Celui des concurrents qui aura fait l'offre la plus favorable sera déclaré concessionnaire, et le prix de l'adjudication, déduction faite des sommes dues à l'État ou avancées par lui, appartiendra au concessionnaire déchu ou à ses ayants droit.

S'il ne se présente aucun concessionnaire, la mine restera à la disposition du Domaine, libre et franche de toute charge.

Art. 12. — En cas d'inexécution des obligations diverses imposées tant par la présente convention de concession que par le cahier des charges y annexé, le concessionnaire encourra la déchéance, et il sera procédé comme il est dit à l'article précédent.

Art. 13. — Si le concessionnaire veut renoncer à la totalité ou à une partie de la concession, il s'adressera, par voie de pétition au directeur général des travaux publics six mois au moins avant l'époque à laquelle il aurait l'intention d'abandonner les travaux de ses mines.

La renonciation ne sera valable qu'après l'acceptation du Gouvernement, ou si, dans le délai de six mois, le Gouvernement n'a pas notifié qu'il refusait son acceptation. Cette notification sera faite par voie administrative et sans aucune formalité judiciaire ou extra-judiciaire.

Fait en double à Tunis, le 1er avril 1897.

Le directeur général des travaux publics,
PAVILLIER.

Le concessionnaire,
CHARPIN.

CAHIER DES CHARGES.

Art. 1er. — Dans le délai de six mois à dater du décret approuvant la concession des gîtes du Bou-Jaber, il sera planté des bornes sur tous les points servant de limite à cette concession, partout où cela sera reconnu nécessaire.

L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence de

l'administration et en présence d'un agent du service des mines qui en dressera procès-verbal; une expédition de ce procès-verbal sera remise au concessionnaire ; une autre sera déposée aux archives de la direction générale des travaux publics.

Art. 2. — Dans un délai de six mois à dater du même décret, le concessionnaire adressera à l'administration les plans et coupes des mines et des travaux déjà exécutés. Ces plans étant dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre, orientés au nord vrai et divisés en carreaux de 10 en 10 millimètres. Il y joindra un mémoire indiquant avec détails le mode d'exploitation qu'il se propose de suivre.

L'indication de ce mode d'exploitation sera aussi tracée sur ces plans et coupes.

Les cotes de niveau des points principaux, tels que : les orifices des puits ou galeries, les points de jonction des galeries avec les puits et des galeries entre elles, par rapport à un plan horizontal fixe et déterminé, seront inscrites en mètres et centimètres sur les plans.

Le concessionnaire y joindra, sur papier transparent, un plan de surface s'appliquant sur le plan des travaux et figurant la position des maisons ou lieux d'habitation, édifices, voies de communication, eaux minérales, sources alimentant des villes, villages, hameaux et établissements publics, canaux, cours d'eau, etc.

Art. 3. — S'il est reconnu que les travaux projetés sont de nature à compromettre la sécurité publique, la conservation de la mine, la sûreté des ouvriers mineurs, la conservation des voies de communication, celle des eaux minérales, la solidité des habitations, l'usage des sources qui alimentent des villes, villages, hameaux et établissements publics, l'administration notifiera au concessionnaire son opposition à l'exécution totale ou partielle desdits travaux.

Si l'administration n'a pas fait d'opposition dans le délai de deux mois à partir du jour du dépôt des pièces, il sera passé outre par le concessionnaire à l'exécution des travaux.

Art. 4. — Lorsque le concessionnaire voudra ouvrir un nouveau champ d'exploitation ou établir de nouveaux puits ou galeries partant du jour ou changer le mode d'exploitation précédemment adopté, il devra adresser à l'administration un plan général de la concession, un plan des travaux, un mémoire explicatif et le plan de surface correspondant, le tout dressé conformément à ce qui est prescrit par l'article 2 ci-dessus.

Il sera donné suite à ce projet ainsi qu'il est dit à l'article 3.

Art. 5. — Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre au-dessous ou dans le voisinage immédiat des édifices, maisons ou lieux d'habitations, autres exploitations, voies de communication, sources minérales, sources alimentant des villes, villages, hameaux et établissements publics, sous des canaux et cours d'eau ou à une faible distance de leurs bords, le projet des travaux devra être préalablement soumis à l'administration.

Il y sera donné suite ainsi qu'il est dit à l'article 3.

Art. 6. — Lorsque les travaux d'exploitation seront de nature à occasionner quelques-uns des abus ou dangers prévus à l'article 3 ci-dessus, le concessionnaire sera tenu d'en donner immédiatement avis à l'administration.

Celle-ci, après avoir entendu le concessionnaire, ordonnera telles dispositions qu'il appartiendra.

Si le concessionnaire n'obtempère pas à la décision de l'administration, il y sera pourvu d'office à ses frais et par les soins des agents du service des mines.

Art. 7. — En cas d'accidents survenus dans la mine concédée, par quelque cause que ce soit, et qui auraient occasionné la mort ou des blessures graves à un ou plusieurs ouvriers, le concessionnaire sera tenu d'en donner aussitôt connaissance à l'administration; celle-ci prescrira toutes les mesures convenables pour faire cesser le danger et en prévenir les suites et les fera au besoin exécuter d'office aux frais du concessionnaire.

Art. 8. — Dans le voisinage des chemins de fer, il est interdit au concessionnaire d'exploiter à toute profondeur sous une zone de terrain limitée à la surface par deux lignes menées parallèlement aux limites du chemin de fer et de ses dépendances et à une distance de ces limites qui sera ultérieurement déterminée s'il n'en a obtenu l'autorisation de l'administration, la compagnie du chemin de fer entendue.

Art. 9. — Chaque année, dans le courant du mois de janvier, le concessionnaire adressera à l'administration les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année budgétaire précédente. Ces plans dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre, de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés dans les articles précédents et renfermant toutes les indications mentionnées auxdits articles, seront vérifiés par le service des mines.

Le concessionnaire y joindra, sur un papier transparent, une copie du plan de surface prescrit par les articles 2 et 4, renfermant avec les modifications qui auraient pu se produire, les indications mentionnées à l'article 2.

Art. 10. — Quand le concessionnaire voudra abandonner une portion des travaux souterrains, il sera tenu d'en faire la déclaration à l'administration et de joindre à cette déclaration un plan des travaux, ainsi qu'un plan correspondant de la surface.

Il sera statué par l'administration qui ordonnera, s'il y a lieu, les dispositions de police, de sûreté et de conservation qu'elle estimera nécessaires.

En cas d'inexécution, il y sera pourvu d'office à la diligence de l'administration et aux frais du concessionnaire.

Art. 11. — Les ouvertures au jour des puits ou galeries qui deviendront inutiles seront comblées ou bouchées par le concessionnaire suivant le mode qui sera prescrit par l'administration.

En cas d'inexécution, il y sera pourvu d'office à la diligence de l'administration et aux frais du concessionnaire.

Art. 12. — Le concessionnaire tiendra constamment à jour et en ordre sur chaque mine :

1° Les plans et croquis des travaux souterrains dressés à l'échelle de 1 millimètre par mètre;

2° Un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir, telles que l'allure des gîtes, leur épaisseur, la quantité du minerai, la nature du toit et du mur, le jaugeage des eaux affluant dans la mine, etc.;

3° Un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux intérieurs et extérieurs ;

4° Un registre d'extraction et de vente.

Le concessionnaire communiquera ces plans et registres aux agents du service des mines, toutes les fois qu'ils lui en feront la demande.

Le concessionnaire transmettra au directeur général des travaux publics, dans la forme et aux époques qui lui seront indiquées, l'état des ouvriers, celui des produits extraits dans le cours de l'année précédente et la déclaration détaillée du produit net imposable de l'exploitation.

Art. 13. — Le concessionnaire sera tenu de fournir au service des mines tous les renseignements statistiques qui lui seraient demandés.

Art. 14. — Si les gîtes à exploiter se prolongent hors de la concession, l'administration pourra ordonner, le concessionnaire entendu, qu'un massif soit réservé intact sur chaque gîte, près de la limite de la concession, pour éviter que les exploitations soient mises en communication avec celles qui auraient lieu dans une concession voisine, d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre mine. L'épaisseur de ces massifs sera déterminée par l'administration, qui en ordonnera la réserve.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque que dans le cas où l'administration, après avoir entendu le concessionnaire intéressé, aura autorisé cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Dans le cas où l'utilité de ces massifs aurait cessé, l'administration autorisera le concessionnaire à exploiter la partie qui lui appartiendra.

Art. 15. — Dans le cas où il serait reconnu nécessaire d'exécuter des travaux ayant pour but soit de mettre en communication les mines de deux concessions pour l'aérage ou l'écoulement des eaux, soit d'ouvrir des voies d'aérage, d'écoulement ou de secours, destinées au service de la concession voisine, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux et d'y participer dans la proportion de son intérêt.

Ces ouvrages seront ordonnés par l'administration, le concessionnaire entendu.

En cas d'urgence, les travaux pourront être entrepris sur la simple réquisition du chef du service des mines.

Art. 16. — Si des gîtes de minerais autres que les minerais de plomb, zinc et autres métaux connexes, compris dans l'étendue de la concession, deviennent l'objet d'une concession particulière accordée à des tiers, le concessionnaire sera tenu de souffrir les travaux que l'administration reconnaîtrait utiles à l'exploitation desdits minerais et même, si cela est nécessaire, le passage dans ses propres travaux, le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Art. 17. — Le concessionnaire sera tenu d'entretenir sur son établissement, dans la proportion du nombre des ouvriers et de l'importance de l'exploitation, les médicaments et autres moyens de secours nécessaires pour parer à toute éventualité.

Art. 18. — Il sera procédé, à l'égard du concessionnaire, ainsi qu'il est dit à l'article 6, s'il négligeait de tenir sur ses exploitations le registre et le plan d'avancement journalier des travaux, s'il n'entretenait pas constamment sur ses établissements les médicaments et autres moyens de secours, s'il n'adressait pas dans les délais fixés les plans prescrits, ou s'il présentait des plans qui seraient reconnus inexacts ou incomplets par le service des mines.

Art. 19. — Le concessionnaire sera tenu de payer à l'État une redevance fixe et une redevance proportionnée au produit net de l'extraction.

Les deux redevances seront payées en numéraire.

La redevance fixe sera annuelle et de dix centièmes de franc par hectare de terrain compris dans la concession.

La redevance proportionnelle sera de 5 p. 100 (cinq pour cent) du produit net. Elle sera due pour chaque année d'exploitation et réglée, pour chaque année budgétaire, sur les résultats de l'exploitation pendant l'année précédente, sauf pour la première année où elle sera réglée sur le produit net probable de cette année. Il en sera de même pour l'année de reprise, en cas de suspension de l'exploitation pendant plus d'une année.

La préparation mécanique du minerai brut et sa calcination seront considérées pour l'assiette de la redevance comme faisant partie de l'exploitation de la mine, mais, non les opérations et traitements ayant pour but de convertir le minerai en métal.

Dans les calculs pour la constatation du produit net ne pourront figurer que les frais, soit spéciaux, soit généraux, nécessités par l'exploitation proprement dite.

Dans ces calculs, l'évaluation du produit brut devra être faite d'après les quantités extraites, et non d'après les quantités vendues.

Le concessionnaire pourra obtenir de l'administration la transformation de la redevance proportionnelle en une redevance spécifique. Ce mode de redevance sera consenti par périodes de cinq années.

Le chiffre de la redevance sera arrêté par l'administration, sauf recours à la juridiction administrative, et versé, nonobstant ce

recours, dans la quinzaine de la notification, au concessionnaire de l'arrêté de liquidation, entre les mains du receveur principal des contributions diverses à Tunis.

Il n'est rien préjugé sur les décimes additionnels qui pourraient être ajoutés à la contribution principale, comme impôt spécial aux sociétés.

L'exploitation de la mine ne sera pas sujette à patente.

Art. 20. — Le concessionnaire n'aura pas le droit de faire des sondages, d'ouvrir des puits ou galeries, ni d'établir des machines, ateliers ou magasins dans les enclos murés sans le consentement du propriétaire de la surface.

Les puits ou galeries ne peuvent être ouverts dans un rayon de 50 mètres des habitations permanentes en maçonnerie et des terrains compris dans les clôtures murées y attenant, sans le consentement des propriétaires de ces habitations.

Art. 21. — Dans le cas où les travaux d'exploitation devraient s'étendre sur des propriétés particulières, le concessionnaire sera tenu de s'entendre avec les propriétaires du sol.

A défaut d'entente, l'occupation temporaire sera autorisée par arrêté du directeur général des travaux publics, conformément au décret du 10 mai 1893 (*).

Art. 22. — L'État accorde gratuitement au concessionnaire, à l'intérieur des périmètres concédés, la jouissance des terrains domaniaux dont l'occupation serait reconnue, par l'administration, nécessaire à l'exploitation de la mine.

Il est formellement entendu que la superficie de ces terrains reste la propriété de l'État.

Art. 23. — Les canaux et les chemins de fer, les routes nécessaires à la mine et les travaux de secours, tels que puits ou galeries, destinés à faciliter l'aérage et l'écoulement des eaux, à exécuter en dehors du périmètre, pourront être déclarés d'utilité publique par décret.

Dans ce cas, les formes à suivre, en ce qui concerne la dépossession des terrains, seront celles prévues par les règlements généraux sur la matière.

Art. 24. — Pour tout ce qui concerne l'exécution du présent cahier des charges, le concessionnaire sera soumis au contrôle et à la surveillance de l'administration.

Il donnera aux agents du service des mines, chaque fois qu'il en sera requis, tous les moyens et toutes les facilités pour visiter les travaux.

Art. 25. — Le concessionnaire reste civilement responsable des délits qui seraient commis par ses employés, ouvriers, voituriers, gens à gages, dans les forêts existant à l'intérieur des périmètres concédés.

Art. 26. — Le gouvernement se réserve le droit d'user, pour l'exploitation des terrains domaniaux, de tous les chemins et sentiers établis par le concessionnaire pour les besoins de son exploitation.

(*) Volume de 1893, p. 513.

Art. 27. — Les contestations qui s'élèveraient entre le concessionnaire et l'administration, au sujet de l'exécution et de l'interprétation des clauses de la convention de concession et du présent cahier des charges, seront soumises à la juridiction administrative.

Fait en double à Tunis pour être annexé à la convention de concession et en faire partie intégrante.

Tunis le 1er avril 1897.

Le directeur général des travaux publics,
PAVILLIER.

Le concessionnaire.
CHARPIN.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES

AUX PRÉFETS, AUX INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

LABORATOIRES DE CHIMIE DÉPARTEMENTAUX. — COMPTES RENDUS ANNUELS.

A M. , *Ingénieur en chef des mines, à*

Paris, le 15 avril 1896.

Monsieur l'Ingénieur en chef, l'examen des comptes rendus annuels présentés pour l'année 1896 m'a montré que la circulaire du 15 juin 1896 (*) sur les comptes rendus des laboratoires départementaux n'avait pas été partout convenablement interprétée sur le sens à donner aux mots d' « analyses » et de « dosages ».

Par « analyse » on doit entendre l'ensemble des « dosages » effectués sur un seul et même échantillon;

Par « dosage », la détermination individuelle de chacun des éléments que l'on a recherchés dans un échantillon.

Il y a donc autant d'analyses que d'échantillons ou d'objets examinés quantitativement: mais une analyse peut comprendre un seul dosage, comme correspondre à plusieurs.

C'est d'après cette signification que doivent être donnés les renseignements sur les laboratoires dans la forme de la circulaire du 15 juin 1896.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics.

Pour le ministre et par autorisation:

Le conseiller d'État,

Directeur des routes, de la navigation et des mines,

QUINETTE DE ROCHEMONT.

(*) Volume de 1896, p. 389.

MINISTÈRE DU COMMERCE, DE L'INDUSTRIE, DES POSTES ET DES TÉLÉGRAPHES.

Direction du travail et de l'industrie. — Bureau de l'industrie.

TRAVAIL DES ENFANTS ET DES FEMMES DANS LES ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS. — DÉCLARATION DES ACCIDENTS.

A M. , *Ingénieur en chef des mines.*

Paris, le 17 avril 1897.

Monsieur l'Ingénieur en chef, la Chambre des députés a adopté, dans sa séance du 13 mars dernier, à la suite d'une interpellation relative à l'application de la loi sur les délégués mineurs, un ordre du jour ainsi conçu :

« La Chambre, confiante dans le Gouvernement pour faire respecter la loi sur les délégués mineurs *et l'article* 15 *de la loi du* 2 *novembre* 1892 (*) *sur les déclarations d'accidents*, passe à l'ordre du jour. »

En portant cet ordre du jour à votre connaissance, je vous prie de veiller à ce que les déclarations, prévues par la loi précitée, soient faites régulièrement dans votre arrondissement, lorsque les accidents atteignent des personnes protégées par la loi du 2 novembre 1892. Je n'ai pas besoin de vous rappeler que vous avez, dans ce cas, à procéder à une enquête, conformément aux prescriptions de la circulaire ministérielle du 25 avril 1893 (**).

Recevez, etc.

Le Ministre du commerce, de l'industrie, des postes et des télégraphes,
Henry Boucher.

(*) Volume de 1892, p. 329.
(**) Volume de 1893, p. 253.

PERSONNEL. — AUTORISATION D'ABSENCE DES INGÉNIEURS.

A M. le préfet du département d

Paris, le 30 avril 1897.

Monsieur le Préfet, aux termes des règlements, les ingénieurs ne peuvent quitter leur poste, en dehors des tournées de service, qu'en vertu d'une autorisation du préfet du département, lorsque la durée de leur absence ne doit pas excéder dix jours. Les autorisations délivrées par les préfets doivent d'ailleurs, d'après les dispositions de la circulaire du 10 novembre 1851, être portées immédiatement à la connaissance de l'Administration.

Ces prescriptions sont souvent perdues de vue, et il arrive fréquemment que des ingénieurs quittent leur résidence, notamment pour venir à Paris, sans que l'Administration ait été avisée de leur départ.

J'attache une importance particulière, Monsieur le Préfet, à ce que les fonctionnaires du ministère des travaux publics se conforment rigoureusement aux dispositions réglementaires qui régissent cette matière. Je vous serai obligé, en conséquence, de veiller à ce que les Ingénieurs de votre département ne s'absentent jamais sans autorisation, et de me donner immédiatement avis, ainsi que le prescrit la circulaire précitée du 10 novembre 1851, de toutes les permissions que vous leur aurez accordées.

Recevez, etc.

Le Ministre des travaux publics,
TURREL.

JURISPRUDENCE.

CAISSES DE PRÉVOYANCE D'OUVRIERS MINEURS ANTÉRIEURES A LA LOI DU 29 JUIN 1894. — LIQUIDATION. — (Affaire Caisse de secours des mines de TRETS.)

I. — *Jugement rendu, le 1er juin 1896, par le tribunal civil d'Aix.*

Instance entre :

La Société anonyme des mines de la Grand Combe, agissant poursuites et diligences de son directeur, domicilié à Marseille (ladite société pourvue de plein droit, par l'article 27 de la loi du 29 juin 1894, du bénéfice de l'assistance judiciaire), demanderesse ;

Et les srs Darodes et consorts, pris en qualité de membres du Comité de la Caisse de secours des mines de Trets, défendeurs.

(EXTRAIT.)

Attendu que les ouvriers et employés au service de la compagnie demanderesse avaient depuis de longues années constitué une caisse de prévoyance connue sous la dénomination de : « Caisse de secours des mines de Trets » ;

Attendu que la loi du 29 juin 1894 a ordonné la liquidation des associations de cette nature et la création d'une caisse de prévoyance fonctionnant dans des conditions déterminées ;

Attendu que la même loi a prévu une série de tentatives de conciliation qui ont été faites avant la demande de liquidation judiciaire qui est aujourd'hui présentée par la compagnie demanderesse et acceptée par les défendeurs ès qualités ;

Attendu que cette liquidation est prescrite par la loi précitée et qu'il y a lieu de l'ordonner ;

Attendu que c'est le cas de déclarer les dépens privilégiés ;

Par ces motifs :

Le tribunal, statuant en premier ressort et en matière sommaire, dit et ordonne que, par les soins de M. Lévamis, expert-comptable à Aix, il sera procédé, conformément aux prescriptions de la loi du 29 juin 1894, à la liquidation de la Caisse de secours des mines de Trets, en ce sens que l'actif sera réalisé, s'il y a lieu, les droits de chaque intéressé déterminés, et la part de chacun appliquée et affectée conformément à la loi. Déclare les dépens privilégiés.

II. — *Rapport d'expert.*

(EXTRAIT.)

A Messieurs les Président et Juges composant le tribunal de première instance d'Aix.

Messieurs,

Par votre jugement en date du 1er juin 1896, vous avez bien voulu me nommer liquidateur de la Caisse de secours des mines de Trets avec mission « de procéder, conformément aux prescriptions de la loi « du 29 juin 1894, à la liquidation de la Caisse de secours des mines de « Trets, en ce sens que l'actif sera réalisé, s'il y a lieu, les droits de « chaque intéressé déterminés, et la part de chacun appliquée et affectée « conformément à la loi. »

En exécution de ce mandat, je me suis mis en rapport avec M. Darodes, sous-directeur de la Cie des mines de la Grand Combe, président de la caisse des secours, qui a bien voulu me remettre, avec le relevé détaillé des ouvriers et employés intéressés, les documents et renseignements utiles pour procéder à la liquidation; je me suis tenu aussi à la disposition des ouvriers, tant pour recueillir des renseignements que pour entendre leurs dires et observations.

La loi du 29 juin 1894, en vertu de laquelle il est aujourd'hui procédé à la liquidation de la Caisse de secours des mines de Trets, prévoit une série de tentatives de conciliation qui ont été faites et n'ont pu aboutir. Je n'entrerai pas dans le détail des négociations engagées avant la liquidation judiciaire et prévues par la loi pour arriver à une entente amiable entre la Cie des mines de la Grand Combe et les ouvriers et employés intéressés. Ces négociations sont relatées et motivées dans une note versée au procès par la compagnie. Cette note indique, en outre, les conditions dans lesquelles aurait été faite la liquidation amiable et l'application de la nouvelle loi au sujet des retraités. Ces mêmes négociations sont aussi complètement reproduites dans la requête adressée à M. le président du tribunal et dans le dispositif du jugement qui me nomme liquidateur. Je n'ai donc pas à revenir sur ce point.

Je me bornerai à reprendre l'affaire au jour où, après le refus par les ouvriers d'accepter les propositions de la compagnie et le refus par celle-ci du recours à la commission arbitrale, les prescriptions de l'article 23 de la loi du 29 juin 1894 ont été exécutées, en ordonnant, par votre jugement du 1er juin 1896, la liquidation judiciaire.

Il m'était facile, dès les débuts, de remplir purement et simplement mon mandat en faisant aux intéressés une juste répartition de la somme en caisse; mais, en présence des propositions qui avaient été faites par la compagnie aux ouvriers et que ceux-ci ont refusées, sans

avoir ici à en apprécier les motifs, propositions certainement plus avantageuses à la grande majorité des intéressés que les résultats que donnera la répartition de la somme en caisse, j'ai cru devoir reprendre, avec l'appui de M. le Juge de paix du canton de Trets, l'arrangement amiable sur les bases de la dernière proposition faite par la compagnie aux ouvriers et employés. Ces propositions assuraient 9 francs de pension de retraite par année de service aux ouvriers ayant cinquante-cinq ans révolus, tandis que la liquidation leur donnera à peine 2 francs de pension par année de service au même âge.

Il est vrai que votre jugement du 1er juin 1896 est maintenant devenu définitif, et que la liquidation doit suivre son cours suivant les règles du droit commun ; que, d'un autre côté, on ne peut annuler le vote émis par les intéressés rejetant les propositions de la compagnie, pas plus que la décision de cette compagnie refusant le recours à la commission arbitrale, et que, par conséquent, les pourparlers en conciliation ne pouvaient être valables qu'avec l'assentiment unanime de tous les intéressés. Mais il m'avait paru possible de reprendre les negociations sous forme d'une pétition, revêtue d'une grande quantité de signatures, que les ouvriers et employés auraient adressée à la compagnie, pour la prier de maintenir ses propositions sans augmentation du sacrifice qu'elle s'imposait pour assurer aux ouvriers âgés de trente-trois à cinquante-cinq ans, un chiffre de 9 francs de retraite par année de présence à la mine avec minimum de vingt-deux ans de service.

Le conseil d'administration des mines de la Grand Combe aurait naturellement eu à se prononcer sur la suite à donner à cette pétition.

C'est dans ce but que j'ai eu une première conférence à Trets avec le comité de la caisse de secours, puis plusieurs réunions tenues aussi à Trets dans le prétoire de la justice de paix les 6 août, 16 et 23 septembre 1896. A ces réunions étaient convoqués tous les ouvriers et employés présents à la mine le 30 juin 1895, M. le juge de paix de Trets, et M. Giraud, avoué des intéressés.

Sans entrer dans les détails de toutes les propositions faites à ces réunions, je signale seulement ici que l'idée émise de revenir sur le passé sous forme de pétition, qui me paraissait la seule possible, n'a pas paru réunir un nombre suffisant d'adhérents; c'est alors qu'une délégation de cinq personnes a été nommée par les ouvriers pour faire auprès de M. le Directeur de la compagnie une dernière démarche, afin d'obtenir des modifications au dernier projet qui leur avait été soumis par la compagnie. Ces modifications devaient porter sur la garantie du capital de la société de secours et sur la répartition de ce capital et de celui qui aurait été mis gracieusement à la disposition des intéressés, s'ils avaient accepté ledit projet. Cette délégation s'est présentée, le 23 septembre 1896, chez M. Darodes, sous-directeur, qui ne pouvait, sans l'autorisation de son conseil d'administration, prendre une décision sur les demandes qui lui étaient faites. Mais de la discussion engagée il est ressorti que les modifications demandées ne seraient très probablement

pas acceptées, surtout en ce qui concerne la garantie de retraite en cas de départ de l'ouvrier, et que les dernières propositions de la compagnie seraient intégralement maintenues et sans aucune modification, s'il y avait lieu d'y revenir. M. Darodes ne prenait cependant aucun engagement pour le conseil d'administration à ce sujet.

Les membres de la délégation ont alors déclaré à l'unanimité qu'il était inutile de pousser plus loin les pourparlers.

Les diverses raisons qui ont été données par les représentants de la compagnie ou par les ouvriers seront, s'il y a lieu, développées devant vous au moment de la discussion du présent rapport, et je ne crois pas à ce sujet avoir une appréciation à formuler.

Il ne reste donc plus qu'à faire la liquidation définitive de l'actif de la caisse par une répartition d'après les bases qui seront plus loin indiquées.

LIQUIDATION.

Le solde en caisse au 31 décembre 1896, à distribuer, sera de quarante-trois mille quatre cent deux francs sept centimes, ci.. 43.402f,07

La Caisse de secours des mines de Trets, créée en 1873 au moment de la prise de possession de la concession par la Société anonyme des mines de Trets, a conservé son règlement et son autonomie lorsque la Société des mines de la Grand Combe est devenue propriétaire de la concession en 1877. D'après son règlement, cette caisse était uniquement destinée à donner des secours temporaires aux ouvriers et employés malades ou blessés au travail, et des secours renouvelables ou pensions aux veuves et orphelins d'ouvriers tués et aux ouvriers invalides, par suite de blessures reçues au chantier, sans prévoir aucune retraite d'âge.

Ce n'est que le 1er août 1885 que, profitant d'un solde en caisse important, le comité de la Caisse de secours, après entente avec la compagnie, prit la décision, sans augmenter la retenue faite sur les salaires, de donner à titre gracieux et provisoire, sans engagement, des retraites d'âge aux ouvriers ayant plus de soixante ans et au moins dix ans de service dans les travaux, sur le taux de 10 francs par année de service et maximum de 220 francs, correspondant à vingt-deux ans de service.

La compagnie, de son côté, faisait un petit sacrifice en ajoutant un supplément d'environ un tiers pour arrondir la retraite qui revenait alors à 13 fr. 50 par année de service, au lieu de 10 francs, et portait le maximum de la retraite à 300 francs, au lieu de 220 francs.

Ce supplément de 3 fr. 50 par année de service, alloué gracieusement par la compagnie pour les retraites liquidées antérieurement au 30 juin 1895 et pour récompenser les services rendus, a été maintenu postérieurement à cette date, les retraités continuant à le toucher régulièrement à la caisse de la compagnie.

Au jour de la liquidation, les charges de la caisse de secours comprenent :

Premièrement : Les pensions de veuves ou orphelins d'ouvriers tués au chantier et ouvriers invalides par suite de blessures reçues au chantier, s'élevant pour 1895 à 1.170 francs, pensions obligatoires et statutaires.

Deuxièmement : Les pensions de retraites d'âge, gracieusement accordées par la Caisse de secours, qui ne sont ni statutaires ni obligatoires.

Mais, la compagnie ayant décidé qu'elle conserve à sa charge les premières pensions, l'actif disponible se trouve donc pouvoir être employé aux retraites d'âge pour suivre les errements du comité de la Caisse de secours qui a consacré ce principe en employant de cette façon les excédents disponibles, principe qui, dans le cours de diverses discussions qui ont eu lieu, n'a jamais été contesté et pour se conformer à l'esprit de la loi du 29 juin 1894, en vertu de laquelle s'opère la présente liquidation, cette loi ayant surtout voulu assurer aux ouvriers mineurs une retraite à l'âge de cinquante-cinq ans. Dans cet ordre d'idées, le versement des sommes disponibles à la caisse des retraites pour la vieillesse, au livret individuel de chaque intéressé, s'impose pour garantir l'emploi spécial de la somme attribuée.

Le travail qui va suivre donnant les bases et le décompte de la répartition sera fait dans ce but.

Ce décompte de répartition fera l'objet d'un état détaillé faisant ressortir au profit de chacun des intéressés la somme à verser à la caisse nationale de retraites pour la vieillesse. Cet état sera annexé au présent rapport.

BASES DE RÉPARTITION.

L'actif disponible de la Caisse de secours de Trets, soit quarante-trois mille quatre cent deux francs sept centimes (43.402 fr. 07), fera l'objet d'une répartition :

Premièrement : Aux ouvriers et employés présents à la mine au 30 juin 1895, pour leur assurer ou pour augmenter leur retraite d'âge :

Deuxièmement : A un rappel d'arrérages pour une période d'un an aux ouvriers retraités antérieurement au 30 juin 1895 qui, depuis le 1er janvier 1896, n'ont plus rien encaissé de la Caisse de secours.

Troisièmement : Au paiement des frais d'instance et de liquidation à la charge de la Caisse de secours aux termes du jugement du 1er juin 1896.

La répartition pour les retraites d'âge sera faite en faveur de tous les membres de la Caisse de secours, figurant sur le contrôle du personnel au 30 juin 1895, nés antérieurement au 30 juin 1870, c'est-à-dire ayant à cette date plus de vingt-cinq ans, en faisant intervenir, pour les ouvriers en activité, les années de service consécutives accomplies par chaque intéressé depuis le jour où il a eu vingt-cinq ans accomplis, soit depuis le 1er janvier 1873, date de la fondation de la Caisse de

secours, jusqu'au 30 juin 1895, date à laquelle les versements à la Caisse de secours ont cessé.

Je n'ai cru devoir compter les années de service accomplies que depuis l'âge de vingt-cinq ans seulement, car il y avait avant cet âge des inégalités dans la présence au travail provenant de ce que les uns ont fait une ou plusieurs années de service militaire et les autres pas, ce dont ils ne sont pas responsables, et j'estime ne pas avoir à compter les années de service antérieures à l'âge de vingt-cinq ans, car les salaires sont alors faibles, et conséquemment les versements à la caisse insignifiants. C'est pour ces motifs que les ouvriers âgés de moins de vingt-cinq ans ne sont pas compris dans la répartition.

Faire autrement serait léser les intérêts des anciens ouvriers qui ne peuvent plus rien faire pour augmenter leur bien modeste retraite, alors qu'il reste aux jeunes l'avenir et la possibilité, en travaillant, d'augmenter la leur.

J'ai cru devoir retenir l'âge de cinquante-cinq ans pour l'entrée en jouissance de la pension de chaque intéressé ayant droit à un versement à la Caisse de retraites pour la vieillesse, bien que l'âge fixé par la Caisse de secours fût de soixante. Cet âge de cinquante-cinq ans pour l'entrée en jouissance de la pension est celui fixé en principe par l'article 3 de la nouvelle loi de 1894. Il permettra, en outre, aux ouvriers encore en activité, lorsqu'ils auront atteint l'âge de la retraite, de ne demander qu'une seule liquidation de pension qui comprendra les rentes viagères afférentes aux versements qui auront été faits d'après la loi actuellement en vigueur et à celui qui sera fait à leur profit dans la répartition de la Caisse de secours.

Pour les intéressés âgés de plus de cinquante-cinq ans, j'ai pris exactement leur nombre d'années de service à compter pour la retraite, et j'ai appliqué le chiffre du barème comme s'ils n'avaient que cinquante-cinq ans ; ils bénéficieront ainsi d'une petite plus-value provenant du report de leur retraite à l'âge de cinquante-cinq ans à leur âge réel ; ce n'est que juste, car le but à poursuivre est celui de récompenser surtout les services rendus et d'assurer aux vieillards qui ne peuvent plus travailler le plus de retraite possible.

Pour répondre au principe de l'égalité pour tous du chiffre de la retraite pour chaque année de service, je me suis fixé dans le décompte à faire le point de départ suivant :

Attribuer à chaque intéressé une somme telle que la pension qui en résulte à l'âge de cinquante-cinq ans soit la même pour chacun et pour chacune des années de service accomplies, c'est-à-dire que, si la base était de 1 franc par année de service par exemple, celui qui aura quinze ans de service à cinquante-cinq ans aura 15 francs de pension, et celui qui aura vingt ans aura 20 francs, à cinquante-cinq ans.

Les sommes qui reviendront à chacun des membres de la société de secours par la répartition faite sur les bases ci-dessus seront versées à capital aliéné, à leur bénéfice personnel sur les livrets individuels à la

Caisse nationale des retraites pour la vieillesse, pour constituer, aux ouvriers admis à la retraite avant le 30 juin 1895, un titre de rente viagère sur l'État ou pour concourir, avec les versements faits en application de la loi du 29 juin 1894, à l'augmentation des pensions de retraites pour les ouvriers encore en activité.

Pour les ouvriers et employés qui ont eu leurs retraites gracieuses liquidées antérieurement au 30 juin 1894, qui n'ont plus rien touché depuis le 1er janvier 1896, il m'a paru équitable de leur faire le rappel des arrérages du 1er janvier 1896 au 31 décembre 1896, soit pour un an. Mais ce rappel sera fait au taux qui reviendra à chacun d'eux d'après le tableau de répartition de la liquidation, et non au taux de la pension déjà liquidée, taux très sérieusement réduit par le refus opposé par les ouvriers aux propositions de la compagnie.

Pour permettre aux intéressés de contrôler les décomptes les concernant dans l'état de répartition qui est annexé au présent rapport et dont une copie a été remise au comité de l'ancienne Caisse de secours, pour être communiquée aux ayants-droit, je crois devoir donner ici la marche à suivre pour obtenir :

Premièrement : La somme à verser pour chaque ouvrier ou employé :

Deuxièmement : Le chiffre de rente revenant à chacun pour chaque année de service.

Primo : Le tarif officiel établi par la Caisse nationale de retraites pour la vieillesse, qui fait suite aux instructions de cette Caisse, donne à chaque âge la rente produite à cinquante-cinq ans sur un versement de 1 franc.

En divisant 1 franc par le chiffre de cette rente, on obtient le capital qu'il faut verser sur le livret individuel de l'ouvrier pour qu'il ait 1 franc de rente à cinquante-cinq ans.

En multipliant ce capital par le nombre des années de service comptant pour la retraite, on obtient le capital qu'il faut verser pour qu'il ait autant de fois 1 franc de rente qu'il a d'années de service.

En prenant pour exemple l'ouvrier Guichard Henri, inscrit le premier sur l'état de répartition, on obtient :

Guichard Henri, cinquante-cinq ans :

Pour un franc, il a :

$$0{,}0805\,; \quad \frac{1}{0{,}0805} = 12{,}42,$$

$$12{,}42 \times 20 \text{ ans}, 25 = 251 \text{ fr. } 50,$$

soit une somme de 251 fr. 50, pour lui assurer pour chaque année de service 1 franc de rente viagère à cinquante-cinq ans.

Le total de ces sommes, soit 21.773 fr. 26, donne le capital qu'il faut verser pour assurer à tous les ouvriers prenant part à la répartition une pension de 1 franc par année de service.

Secundo : La liquidation a à sa disposition un capital de 43.402 fr. 07. Il n'y a donc qu'à diviser $\frac{43402.07}{21773{,}26} = 2$, ce qui donne 2 ou, plus exacte-

ment, 1,93, représentant la rente qui revient à chaque ouvrier, à l'âge de cinquante-cinq ans, pour chaque année de service à tous les ouvriers présents à la mine au 30 juin 1895.

Je vais sur ces données établir, dans un état ci-annexé, la répartition du capital disponible de 43.402 fr. 07, en tenant compte des rappels d'arrérages à faire aux retraités et des frais d'instance et de liquidation à liquider et à taxer.

(*Voir l'état annexé.*)

CONCLUSIONS.

Il résulte de l'état de répartition établi sur les bases sus-indiquées que, parmi les ouvriers ou employés présents à la mine à la date du 30 juin 1895 .

Premièrement : 163 ouvriers, du n° 1 au n° 163 de l'état, non encore retraités, ont droit à la répartition et nécessitent le versement d'une somme totale de dix-huit mille, sept cent cinquante-deux francs, soixante-deux centimes, ci.. 18.752f,62
pour leur assurer 1 franc de retraite à cinquante-cinq ans.

Deuxièmement : 7 ouvriers, du n° 164 au n° 170 de l'état, présents à la mine au 30 juin 1895, l'ayant quittée depuis, mais ayant droit à la répartition, versement à faire pour leur assurer 1 franc de retraite à cinquante-cinq ans : trois cent cinquante francs, soixante-quatorze centimes, ci..... 350f,74

Troisièmement : 13 ouvriers, du n° 171 au n° 183 de l'état, jouissant d'une retraite gracieuse au 30 juin 1895, pour lesquels il y a lieu de verser pour leur assurer 1 franc de pension à cinquante-cinq ans, deux mille six cent soixante-neuf francs, quatre-vingt-dix centimes, ci................ 2.669f,90

Il y a donc 183 ouvriers prenant part à la répartition, et pour lesquels il faut verser à la Caisse de retraites pour la vieillesse un capital total de vingt-un mille, sept cent soixante-treize francs, vingt-six centimes, ci.............. 21.773f,26
pour leur assurer 1 franc de pension à cinquante-cinq ans.

Le capital disponible étant de 43.402 fr. 07, le taux de pension qui revient, pour chaque année de service, est donc de 1 fr. 93 et nécessite l'emploi d'un capital de 42. 822 fr. 39.

En conséquence, j'ai l'honneur de soumettre au tribunal le projet définitif de liquidation suivante :

Premièrement : Conformément à l'état de répartition annexé au présent rapport, les sommes portées au compte de chaque intéressé, d'après les bases de répartition et application des tarifs de la Caisse de retraites pour la vieillesse, seront versées à la Caisse nationale de retraites pour la vieillesse, *à capital aliéné au bénéfice personnel de l'ouvrier ou de l'employé*, sur les livrets individuels par les soins du liquidateur.

Le capital à verser à cet effet, lequel ressort dudit état, est de quarante-deux mille, vingt-deux francs, trente-neuf centimes 42.022f,39
pour assurer à chaque intéressé 1 fr. 93 de pension viagère, par année de service à cinquante-cinq ans.

Deuxièmement : Pour les ouvriers qui jouissaient d'une retraite d'âge, gracieusement accordée par la Caisse de Secours, et qui, depuis le 1er janvier 1896, n'ont plus rien encaissé, il sera, par les soins du liquidateur, fait le rappel des arrérages d'un an, soit du 1er janvier 1896 au 31 décembre 1896, d'après le taux qui ressort de la liquidation pour chaque année de service.

Le relevé des ouvriers dans cette catégorie fait suite à l'état de répartition et représente un total à payer de quatre cent treize francs, ci.................................... 413f,00

Troisièmement : Cette affaire étant poursuivie avec le bénéfice de l'assistance judiciaire, il y aura lieu de verser au bureau de l'enregistrement d'Aix le montant des frais de procès et de liquidation évalués approximativement à neuf cent soixante-six francs, soixante-huit centimes, ci........ 966f,68

Total égal à l'actif disponible, quarante-trois mille, quatre cent deux francs, sept centimes, ci...................... 43.402f,07.

Pour les sommes qui ne pourraient être employées comme il est dit ci-dessus, si un décès venait à se produire avant que le versement à la Caisse de retraites puisse être fait ou pour tout autre motif, il y aura lieu d'en faire une égale répartition entre tous les intéressés restant, en augmentation de la quotité de versement fixée par l'état de répartition, afin d'employer la totalité du solde en caisse. Si, au contraire, après la taxe des frais d'instance et de liquidation, une différence venait à se produire sur la somme prévue pour cela à l'article 3, il en serait également tenu compte au moment de la répartition définitive, dans les mêmes conditions.

Conformément à l'article 27 de la loi du 29 juin 1894, le présent rapport est dispensé du timbre et de l'enregistrement.

Tel est, Messieurs, le rapport de liquidation que j'ai l'honneur de vous présenter, pour la préparation, rédaction, ou copie duquel j'ai dû employer 84 vacations (*).

Fait à Aix, le 4 novembre 1896.
Le liquidateur judiciaire,
LÉVAMIS.

(*) Au rapport était annexé l'état de répartition.

III. — *Jugement rendu, le 5 janvier 1897, par le tribunal civil d'Aix.*

(EXTRAIT.)

Attendu que, par jugement du tribunal de céans du 1er juin 1896, M. Lévamis a été chargé de procéder, conformément aux prescriptions de la loi du 29 juin 1894, à la liquidation de la Caisse de secours des mines de Trets, en ce sens que l'actif serait réalisé, s'il y avait lieu, les droits de chaque intéressé déterminés, et la part de chacun appliquée et affectée conformément à la loi ;

Attendu que M. Lévamis a procédé au fait de sa mission et a déterminé quel était le droit de chaque ouvrier individuellement et l'affectation que doit recevoir cette quote-part sur l'actif de la Caisse de secours dont il s'agit;

Attendu que le rapport de M. Lévamis est régulier en la forme et qu'il fait une juste application des droits des parties;

Que c'est donc le cas de l'homologuer, en déclarant que les dépens seront privilégiés sur l'actif à partager.

Par ces motifs :

Le tribunal siégeant, statuant en premier ressort et en matière sommaire,

Dit et ordonne que, par les soins de M. Lévamis, expert déjà nommé, l'actif de la Caisse de secours des mines de Trets, tel qu'il l'a déterminé, sera versé à la Caisse nationale de retraites pour la vieillesse, à capital aliéné au bénéfice personnel de l'ouvrier et employé sur les livrets individuels et dans les proportions indiquées dans le tableau qui a été annexé au rapport de liquidation, sauf une répartition nouvelle, mais faite sur les mêmes bases, soit par suite de diminution de l'actif, pour faire face aux frais de liquidation et d'instance, soit par suite d'augmentation de cet actif; déclare les dépens privilégiés.

PERSONNEL.

I. — Ingénieurs.

PROMOTIONS.

Décret du 13 *avril* 1897. — Sont nommés Ingénieurs en Chef de 2e classe au Corps national des Mines, pour prendre rang à dater du 1er mai 1897, les Ingénieurs ordinaires de 1re classe dont les noms suivent :

MM. **Chesneau** ;
Cousin ;
Carcanagues ;
Voisin.

DÉCÈS.

	Date du décès.
M. **Villot,** Inspecteur général de 2e classe.....	5 avril 1897

DÉCISIONS DIVERSES.

Arrêté du 21 *avril* 1897. — M. **de Béchevel,** Ingénieur ordinaire de 1re classe en disponibilité, est remis en activité et chargé du sous-arrondissement minéralogique d'Angers, en remplacement de M. **de Billy,** mis en congé renouvelable (*).

II. — Contrôleurs des Mines.

NOMINATIONS.

21 *avril* 1897. — M. **Rigal** (François), ancien Élève breveté de l'École des Maîtres-Ouvriers mineurs d'Alais, sorti en 1886 avec

(*) Arrêté du 26 février 1896, (volume de 1896, p. 115).

le n° 2, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département de l'Yonne, à la résidence d'Auxerre, au service du sous-arrondissement minéralogique de Dijon.

21 *avril.* — M. **Rigal** (Gilbert), ancien Élève breveté de l'École des Maîtres-Ouvriers mineurs d'Alais, sorti en 1890 avec le n° 2, est nommé Contrôleur de 4e classe et attaché, dans le département des Hautes-Alpes, à la résidence de Briançon, au service du sous-arrondissement minéralogique de Grenoble et au Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée.

SERVICE DÉTACHÉ.

1er *avril* 1897. — M. **Rossi**, Contrôleur de 2e classe, détaché au service des Travaux publics de Madagascar, est désigné par le Ministre des Colonies, pour être employé en Nouvelle-Calédonie.

RETRAITES.

	Dates d'exécution.
M. **Repelin** (Louis), Contrôleur principal, Rhône, services du sous-arrondissement minéralogique de Lyon et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée..................................	1er avril 1897.
M. **Soudan** (Jules), Contrôleur principal, Saône-et-Loire, service du sous-arrondissement minéralogique de Châlon-sur-Saône..................	16 avril 1897.
M. **Gardes** (Hippolyte), Contrôleur de 2e classe, Lot, services du sous-arrondissement minéralogique de Rodez et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer d'Orléans.........	1er mai 1897.

DÉCISIONS DIVERSES.

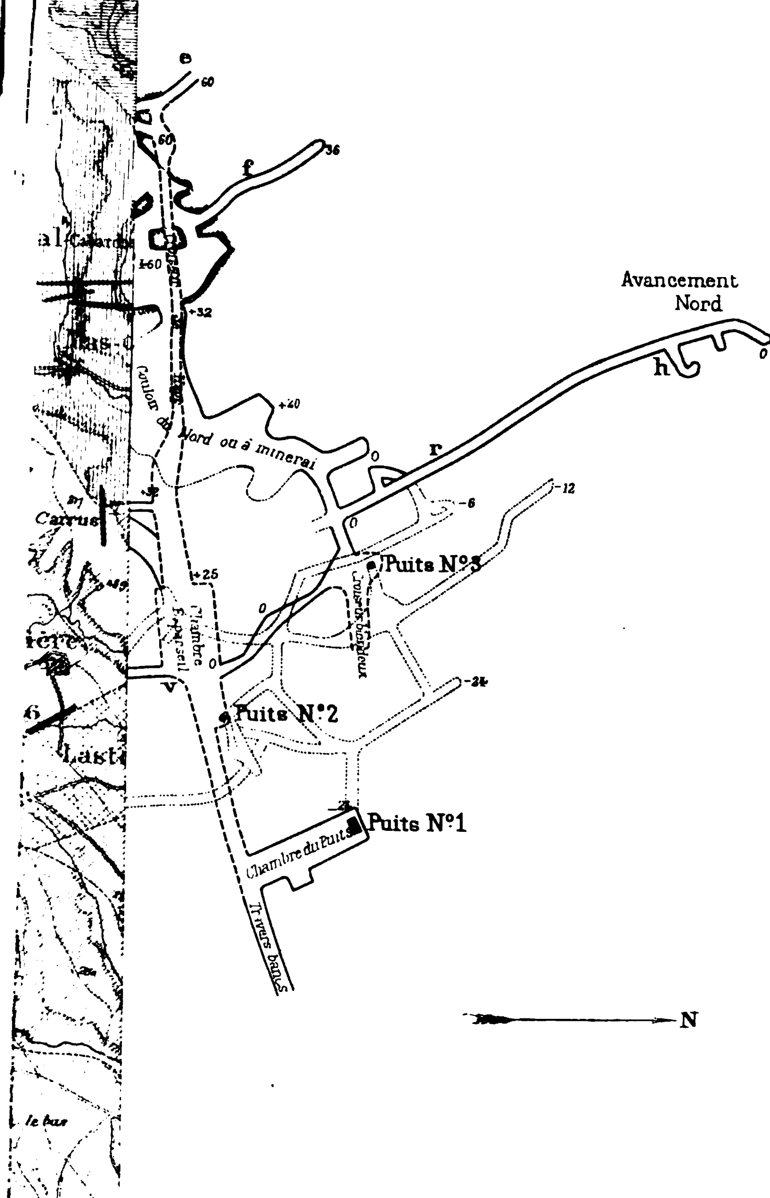
14 *avril* 1897. — M. **Fourney**, Contrôleur de 4e classe attaché, dans le département de l'Yonne, au service du sous-arrondissement minéralogique de Dijon, passe dans le département de Saône-et-Loire, à la résidence du Creusot, au service du sous-arrondissement minéralogique de Chalon-sur-Saône.

21 *avril.* — M. **Teyssonières**, Contrôleur de 4e classe attaché, dans le département des Hautes-Alpes, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Grenoble et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, passe dans le département du Lot, à la résidence de Cahors, aux services du sous-arrondissement minéralogique de Rodez et du Contrôle de l'exploitation technique des chemins de fer d'Orléans.

ÉCOLE DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE.

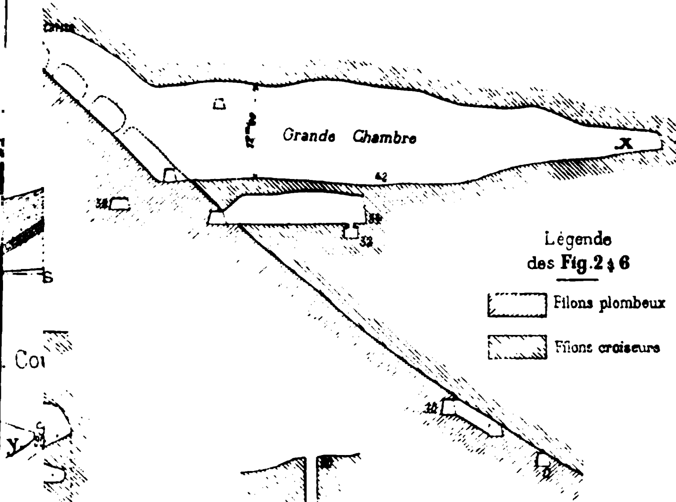
Arrêté du 5 avril 1897. — MM. **Marsaut**, Ingénieur-Directeur des mines de Bessèges, et **Villiers**, Directeur de la Société des Houillères de Saint-Étienne, membres du Conseil de perfectionnement de l'École des Mines de Saint-Étienne, et désignés comme sortants en 1897, sont maintenus pour trois ans dans ledit Conseil, au titre d'anciens élèves de l'École.

Pl. XI



Auto-Imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

Fig. 2
Coupe par le plan du Grand Croiseur



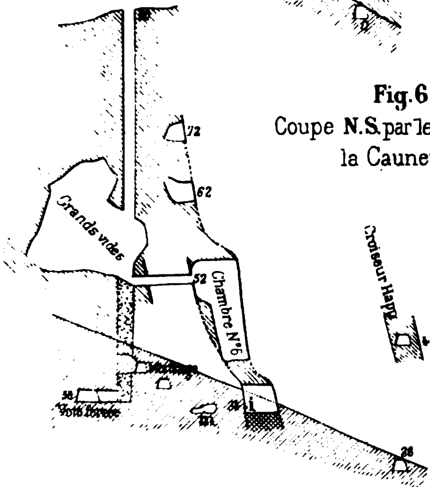
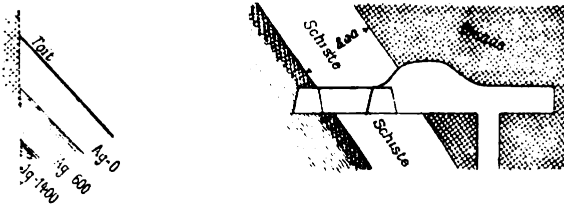


Fig. 6
Coupe N.S. par le puits de la Caunette

Fig. 11. Coupe au Croiseur blendeux



Auto-imp. L. Courtier, 43, rue de Dunkerque, Paris.

COMPTOIR GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE

ALEXANDRE STUER

Fournisseur de l'État. — 40, rue des Mathurins. — PARIS

Matières premières minérales, Minerais et Minéraux de tous pays pour les Arts, les Sciences et l'Industrie.

COLLECTIONS SOIGNÉES DE MINÉRAUX ET FOSSILES POUR L'ENSEIGNEMENT ET FOURNITURES POUR UNIVERSITÉS ET MUSÉES.

Instruments spéciaux pour la récolte, la préparation, le rangement et la conservation en collection des minéraux et des fossiles

---

USINE DU COQ FRANÇAIS

Manufacture générale de caoutchouc souple et durci à ROUBAIX (Nord)

ÉMILE DEGRAVE

(INGÉNIEUR BREVETÉ S. G. D. G.)

TÉLÉGRAPHE : Émile DEGRAVE, Roubaix.

TÉLÉPHONE

Spécialité de Caoutchouc pour l'Industrie

NOUVEAUX SEGMENTS FLEXIBLES ANTIFRICTION (Brevetés)

Pour garnitures de Pistons, de Pompes et de Condensateurs combinés d'acier et de caoutchouc (Composition antifriction). — **Demander Tarifs**

LABORATOIRE CENTRAL DE CHIMIE

61, rue de l'Arcade et 11, rue de Rome (en face la gare St.-Lazare)

A. GIRARD

Ingénieur-Chimiste

Ex-chimiste-Expert de la Ville de Paris

ANALYSES MINÉRALES

Minerais de fer, d'or d'argent, etc.

Fontes, aciers, fers

Bronzes, aluminium, cuivre

Zinc, nickel, etc.



OMBLA HANGARS et CHARPENTES, Couv.

LE PRATICIEN INDUSTRIEL

JOURNAL

Par Demandes et par Réponses

PARAISSANT TOUS LES 15 JOURS

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

ABONNEMENT ANNUEL

France et Étranger..... 10

NUMÉRO SPÉCIMEN SUR DEMANDE

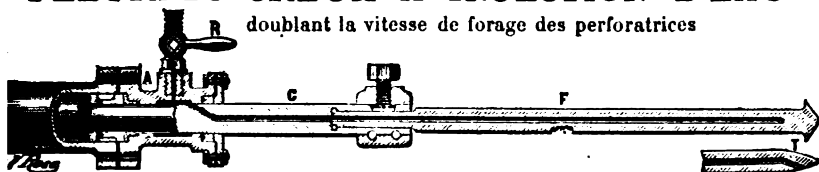
C. BORNET, Ingénieur, 10, rue Saint-Ferdinand, PARIS

PERFORATRICES ROTATIVES et à PERCUSSION

mues à bras ou par l'eau, la vapeur et l'**Electricité**

FLEURETS CREUX A INJECTION D'EAU

doublant la vitesse de forage des perforatrices



APPLICATION AUX MINES, CARRIÈRES ET TRAVAUX PUBLICS

Prospectus et renseignements franco sur demande

CONSTRUCTIONS DÉMONTABLES ET HYGIÉNIQUES

ATELIERS, MAGASINS, CHALETS, HANGARS, PAVILLONS DE CHASSE, PAVILLONS COLONIAUX

Fournisseur des Ministères de la Guerre, de la Marine, des Colonies, de l'Assistance Publique etc

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE

DEVIS FRANCO SUR DEMANDE

51, RUE LAFAYETTE, PARIS, 51

COMPAGNIE FRANÇAISE

POUR L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS

THOMSON-HOUSTON

CAPITAL : **5.000.000** DE FRANCS

Transmission de l'Énergie à grande distance

PAR COURANTS TRIPHASÉS

TRANSFORMATEURS DE 1.000 A 65.000 WATTS

Convertisseurs de courant triphasé en courant continu

TRACTION ÉLECTRIQUE

EN EUROPE : Le Havre. — Lyon. — Rouen. — Bordeaux. — Roubaix Tourcoing — Le Raincy. — Milan. — Varese. — Rome. — Porto xelles. — Belgrade. — Dublin. — Bristol. — Leeds. — Gotha. — Brême. — Hambourg. — Erfurt Remscheid. — Barmen. — Elbing. — Munich. — Elberfeld. — Wiesbaden

EN SERVICE

NS LE MONDE ENTIER

000 kilomètres de ligne

23.000 voitures



ÉCLAIRAGE A ARC

ET A INCANDESCENCE

INDUSTRIE MINIÈRE

PERFORATRICES A ROTATION et A PERCUSSION

HAVEUSES

Locomotives basses pour mines

Librairie P. VICQ-DUNOD et Cie, Éditeurs

49, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, PARIS

VIENT DE PARAITRE :

ÉTUDE

SUR LES

CHEMINS DE FER FRANÇAIS

LEUR SITUATION VIS-A-VIS D'EUX-MÊMES, DU PUBLIC ET DE L'ÉTAT

PAR

BONNEAU

INGÉNIEUR EN CHEF DES PONTS ET CHAUSSÉES

SOUS-CHEF DE L'EXPLOITATION DES CHEMINS DE FER P.-L.-M.

Un volume in-4°, avec tableaux graphiques en couleurs.. **12** francs.

DIPLOME D'HONNEUR	GRANDS PRIX	DIPLOME D'HONNEUR
ANVERS 1894	LYON 1894. — ATLANTA 1895	AMSTERDAM 1895

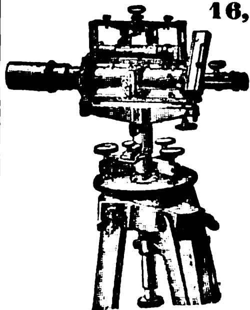
A. BERTHÉLEMY

Constructeur, Breveté S. G. D. G. en France et à l'Étranger

16, RUE DAUPHINE, 16 — PARIS

PONTHUS & THERRODE (A.M)

SUCCESSEURS



CATALOGUE GÉNÉRAL



ÉDITION 1896



INSTRUMENTS DE MATHÉMATIQUES, OPTIQUE, GÉODÉSIE

NIVELLEMENT, TOPOGRAPHIE

FOURNISSEURS DES MINISTÈRES FRANÇAIS ET ÉTRANGERS, DE L'ÉCOLE DES PONTS ET CHAUSSÉES
DE LA COMMISSION DU NIVELLEMENT GÉNÉRAL DE LA FRANCE
DU SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE, DE LA VILLE DE PARIS, ETC. ETC.

INVENTIONS — INSTRUMENTS POUR LES SCIENCES

APPAREILS ET CALIBRES DE PRÉCISION

Pour Essais des CHAUX ET CIMENTS

Adoptés par la Commission internationale des essais

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE ILLUSTRÉ

EXPLICATION DES PLANCHES.

JUIN.

Pl. XI et XII. — Étude sur le gisement de la Caunette.

CONDITIONS DE L'ABONNEMENT

AUX ANNALES DES MINES

Pour Paris . . . . 20 fr. par an
Pour les Départements . . . . . . 24 fr. —
Pour l'Etranger. . . . . 28 fr. —

Les ANNALES DES MINES paraissent tous les mois.

N. B. — On peut se procurer aux mêmes prix chacune des années parues depuis 1862 inclusivement.

ON TROUVE A LA MÊME LIBRAIRIE

LE PRATICIEN UNIVERSEL

Directeur : E. BOURDONNAY, ingénieur civil, , A. et M., Châlons.
Secrétaire : J. LOUBAT, ancien élève de l'Ecole Nationale des Arts et Métiers d'Aix.

Journal bi-mensuel rédigé par demandes et par réponses

contenant des informations techniques et des communications diverses au point de vue de l'Industrie, des Travaux publics, des Mines, etc.

Un an, 10 fr. — Six mois, 6 fr. — Trois mois, 3 fr. 50.
Un numéro spécimen est envoyé gratuitement sur demande affranchie.

REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER

MÉMOIRES ET DOCUMENTS CONCERNANT L'ÉTABLISSEMENT, LA CONSTRUCTION ET L'EXPLOITATION TECHNIQUE ET COMMERCIALE DES VOIES FERRÉES

Abonnement pour Paris et la France. . 25 fr. par an.
— pour l'étranger . . . . . 28 fr. —

BIBLIOTHÈQUE DU CONDUCTEUR DE TRAVAUX PUBLICS

ENSEMBLE DES CONNAISSANCES INDISPENSABLES AUX CONDUCTEURS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET CONDUCTEURS MUNICIPAUX, CONTRÔLEURS DES MINES, AGENTS VOYERS, CHEFS DE SECTION, ARCHITECTES VOYERS, ENTREPRENEURS, CONDUCTEURS DE TRAVAUX, INSPECTEURS, VÉRIFICATEURS, ETC.

publiée sous les auspices de

M. le Ministre des Travaux Publics

VOLUMES PARUS :

Mathématiques	8 fr. 50	Procédure civile	8 fr
Physique et Chimie	8 » 50	Charpente et couverture	10 »
Bois et Métaux	8 »	Agriculture	9 »
Droit civil	8 »	Locomotive et Matériel roulant	12 »
Machines hydrauliques	10 »	Photographie	9 »
Hygiène	7 » 50	Architecture	15 »
Mécanique, Hydraulique, Thermodynamique	9 »	Droit administratif	9 »
Voie publique	12 »	Législation et Contrôle des appareils à vapeur	8 »
Hydraulique agricole	12 »	Génie	12 »
Organisation des services	8 »		

D'autres parties sont en préparation et paraitront de mois en mois sous forme de volumes portatifs de 350 pages environ, format in-16, élégamment reliés.

TOURS. — IMPRIMERIE DESLIS FRÈRES.

Les Éditeurs-Gérants : P. Vicq-Dunod et Cie.